



**Patrick Igreja  
Carvalho**

**Sistema de monitorização de veículos de  
mercadorias**





**Patrick Igreja  
Carvalho**

**Sistema de monitorização de veículos de  
mercadorias**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Automação Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor José Paulo Oliveira Santos, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.





**o júri / the jury**

presidente / president

Prof. Doutor Pedro Nicolau Faria da Fonseca  
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

vogais / examiners committee

Prof. Doutor Anibal Manuel de Oliveira Duarte  
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José Paulo Oliveira Santos  
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro (orientador)



**agradecimentos /  
acknowledgements**

À minha família por todo o apoio, nas mais diversas formas, durante o meu percurso académico.

Aos meus amigos e namorada, por toda a motivação, paciência, compreensão e apoio manifestado ao longo destes meses.

Ao meu orientador, Professor Doutor José Paulo Oliveira Santos, pela disponibilidade e apoio dado ao longo destes meses na realização desta dissertação. Finalizando, agradeço a todos os professores que me acompanharam ao longo dos últimos anos.

Muito Obrigado!



## Palavras Chave

GPS, monitorização, GPRS, radiofrequência, temperatura, transporte, localização, Google Maps, microcontroladores, veículo de mercadorias, MySQL

## Resumo

A presente dissertação expõe um sistema de monitorização de veículos de mercadorias, que permite obter a localização através do GPS instalado no veículo, registar a abertura/fecho de portas e a temperatura da mercadoria transportada no reboque do veículo.

A comunicação entre o trator do veículo e o reboque é realizado por radiofrequência. A informação recolhida, localização, estado das portas e temperatura, é enviada via GPRS, através do módulo central presente no trator do veículo, para uma base de dados externa instalada na central.

A nível de interação com o sistema, tanto a empresa da frota dos veículos (transportadora) como o cliente requerente dos serviços da transportadora, podem consultar a informação registada na base de dados através de uma página *Web* criada para o efeito. A página *Web* incorpora um sistema de *login* restrito à administração ou aos clientes registados e a selecção de opções variáveis com esse mesmo *login*. A localização e o percurso do veículo podem ser visualizados sobre o mapa do Google Maps presente na página *Web*. A temperatura pode ser consultada num gráfico de comparação entre a temperatura desejada e a temperatura registada ao longo do percurso. É também possível adicionar os dados dos novos clientes através da administração da página *Web*.



**Keywords**

GPS, monitoring, GPRS, radio frequency, temperature, transport, location, Google Maps, microcontrollers, merchandise vehicle, MySQL

**Abstract**

The present dissertation exposes a monitoring system for merchandise transport vehicles, that allows to obtain the location through a GPS installed in the vehicle, registering the opening/closure of doors and the temperature of the transported merchandise in the vehicle trailer.

The communication between the vehicle tractor and the trailer is made by radio frequency. The obtained information, location, doors state and temperature, is sent via GPRS, through the central module present in the tractor, to an external database placed at the central.

At the system interaction level, both the vehicles fleet company as the service requiring client, can consult the information registered in the database through a web page, built to do so. This web page includes a restrict login service to the administration or its registered clients and the selection of different options through that login. The location and the vehicle route can be seen through a Google Maps map present in the web page. The temperature can be consulted in a comparing graphic between the desired temperature and the registered temperature through the path. Is also possible to add new clients data through the web page administration.





# Conteúdo

<b>Conteúdo</b>	<b>i</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>iii</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>v</b>
<b>Lista de Acrónimos</b>	<b>vii</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Enquadramento e Motivação . . . . .	1
1.2 Objetivos . . . . .	2
1.3 Organização do documento . . . . .	3
<b>2 Monitorização de veículos</b>	<b>5</b>
2.1 Conceitos . . . . .	5
2.1.1 Tecnologia de localização . . . . .	6
2.1.2 GSM/GPRS . . . . .	8
2.1.3 Comunicação sem fios . . . . .	10
2.2 Soluções académicas propostas por outros . . . . .	12
2.3 Soluções comerciais atuais . . . . .	13
<b>3 Arquitetura da solução proposta</b>	<b>17</b>
<b>4 Implementação da solução proposta</b>	<b>21</b>
4.1 Hardware . . . . .	22
4.1.1 Unidade Reboque - PIC18F2520 . . . . .	25
4.1.2 Unidade Condutor - PIC18F97J60 . . . . .	26
4.1.3 Comunicação entre as duas unidades . . . . .	27
4.1.4 Unidade Reboque - Sensor de temperatura . . . . .	28
4.1.5 Unidade Reboque - Abertura/fecho de portas . . . . .	31
4.1.6 Unidade Condutor - GSM/GPRS . . . . .	31
4.1.7 Unidade Condutor - GPS . . . . .	34
4.2 Software . . . . .	37

4.2.1	Microcontroladores . . . . .	37
4.2.2	Central - Página <i>Web</i> . . . . .	39
4.2.3	Central - Base de Dados MySQL . . . . .	44
4.3	Análise de resultados . . . . .	47
<b>5</b>	<b>Conclusões e trabalho futuro</b>	<b>49</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>51</b>
<b>A</b>	<b>Unidade Reboque - Circuito elétrico e PCB</b>	<b>57</b>
<b>B</b>	<b>Unidade Condutor - Circuito elétrico e PCB</b>	<b>61</b>
<b>C</b>	<b>Calculos teóricos do sensor de temperatura</b>	<b>65</b>
<b>D</b>	<b>Calibração do sensor de temperatura</b>	<b>67</b>
<b>E</b>	<b>Exemplo do script PHP</b>	<b>69</b>
<b>F</b>	<b>Excerto de código para apresentação do mapa</b>	<b>71</b>

# Lista de Figuras

2.1	Método da Triangulação [1] . . . . .	6
2.2	Latitude e Longitude [2] . . . . .	7
2.3	Constelação dos 24 satélites GPS [3] . . . . .	7
2.4	Exemplo de uma frase NMEA [4] . . . . .	8
2.5	Distribuição da rede GSM [5] . . . . .	9
2.6	Funcionamento do MOVILOC da GMV [6] . . . . .	15
3.1	Representação geral do sistema proposto pelo autor . . . . .	17
4.1	Representação do <i>hardware</i> implementado . . . . .	21
4.2	<i>Hardware</i> implementado no reboque - “Unidade Reboque” . . . . .	23
4.3	<i>Hardware</i> implementado no trator - “Unidade Condutor” . . . . .	24
4.4	PIC18F2520 e representação dos pinos [7][8] . . . . .	25
4.5	Placa de desenvolvimento PIC-GSM [9] . . . . .	26
4.6	Módulo nRF24L01+ . . . . .	27
4.7	Diagrama de interação entre a “Unidade Condutor” e a “Unidade Reboque” . . . . .	27
4.8	Mensagem enviada entre microcontroladores . . . . .	28
4.9	Gráfico teórico da temperatura em função da resistência do PT1000 [33] . . . . .	29
4.10	Circuito de implementação do PT1000 . . . . .	30
4.11	Gráfico da temperatura do termopar em função da temperatura do PT1000 . . . . .	30
4.12	Circuito de simulação abertura/fecho portas . . . . .	31
4.13	Identificação do modem GSM/GPRS (1) e do PIC18F97J60 (2) . . . . .	32
4.14	Diagrama de interação para inicialização da ligação de dados . . . . .	33
4.15	Diagrama de interação para o registo na base de dados . . . . .	34
4.16	Módulo GPS . . . . .	34
4.17	Diagrama de interação entre o PIC18F97J60 e o módulo GPS . . . . .	35
4.18	Mensagem do módulo GPS . . . . .	36
4.19	Fluxograma do <i>software</i> do PIC18F2520, Unidade Reboque . . . . .	37
4.20	Fluxograma do <i>software</i> do PIC18F97J60, Unidade Condutor . . . . .	38
4.21	Diagrama de interação entre a “Central” e a página <i>Web</i> . . . . .	39
4.22	<i>Index</i> da página <i>web</i> . . . . .	40
4.23	Funções administrativas . . . . .	41

4.24	Página disponível através de <i>login</i> de cliente . . . . .	42
4.25	Mapa . . . . .	43
4.26	Gráfico da temperatura da mercadoria ao longo do tempo de transporte . . . . .	44
4.27	Diagrama de interação entre o veículo e a “Central” . . . . .	45
4.28	Relação de tabelas da base de dados . . . . .	45
4.29	Fluxograma <i>script</i> PHP . . . . .	46
4.30	Registo de coordenadas com o módulo GPS imobilizado . . . . .	47
4.31	Periodicidade de registo na base de dados . . . . .	48
5.1	Desenho 3D da “Unidade Reboque” . . . . .	57
5.2	Esquema elétrico - Unidade Reboque . . . . .	58
5.3	Placa de circuito impresso da Unidade Reboque ( <i>layer</i> inferior) . . . . .	59
5.4	Placa de circuito impresso da Unidade Reboque ( <i>layer</i> superior) . . . . .	59
5.5	Desenho 3D da Unidade Condutor . . . . .	61
5.6	Esquema elétrico - Unidade Condutor . . . . .	62
5.7	Placa de circuito impresso da Unidade Condutor ( <i>layer</i> inferior) . . . . .	63
5.8	Placa de circuito impresso da Unidade Condutor ( <i>layer</i> superior) . . . . .	63

# Lista de Tabelas

2.1	Comparação entre tecnologias de comunicação sem fios . . . . .	12
4.1	Especificações do regulador de tensão LM1117T . . . . .	25
4.2	Caraterísticas do <i>chip</i> NEO-6M . . . . .	35
5.1	Comparação entre a temperatura registada no PT1000 e no termopar do multímetro	67



# Lista de Acrónimos

<b>CAN</b>	Controller Area Network
<b>CEPT</b>	Conference of European Post and Telecommunications
<b>CRC</b>	Cyclic Redundancy Check
<b>DC</b>	Direct Current
<b>EOBD</b>	European On-Board Diagnostics
<b>ETSI</b>	European Telecommunications Standards Institute
<b>FDMA</b>	Frequency Division Multiple Access
<b>GGA</b>	Global Positioning System Fix Data. Time, Position and fix related data for a GPS receiver
<b>GLL</b>	Geographic Position - Latitude/Longitude
<b>GPRS</b>	General Packet Radio Service
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>GSA</b>	GPS DOP and active satellites
<b>GSM</b>	Global System for Mobile Communications
<b>GSV</b>	Satellites in view
<b>HTML</b>	HyperText Markup Language
<b>I<sup>2</sup>C</b>	Inter-Integrated Circuit
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>LCD</b>	Liquid-Crystal Display
<b>LED</b>	Light Emitting Diode
<b>M2M</b>	Machine to Machine

<b>NMEA</b>	National Marine Electronics Association
<b>OBD2</b>	On-board Diagnostics
<b>PCB</b>	Printed Circuit Board
<b>PHP</b>	Hypertext Preprocessor
<b>PIN</b>	Personal Identification Number
<b>RCAAP</b>	Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal
<b>RMC</b>	Recommended Minimum Navigation Information
<b>RTD</b>	Resistance Temperature Detector
<b>SIG</b>	Sistema de Informação Geográfica
<b>SIM</b>	Subscriber Identity Module
<b>SPI</b>	Serial Peripheral Interface
<b>TCP/IP</b>	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
<b>TDMA</b>	Time Division Multiple Access
<b>UART</b>	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
<b>UEXT</b>	Universal EXTension
<b>UMTS</b>	Universal Mobile Telecommunications System
<b>USART</b>	Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter
<b>USB</b>	Universal Serial Bus
<b>VTG</b>	Track Made Good and Ground Speed
<b>XML</b>	eXtensible Markup Language



# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Enquadramento e Motivação

A extensa rede rodoviária nacional permite efetuar o transporte de mercadorias e passageiros com grande flexibilidade. No final de 2012, a rede rodoviária nacional tinha uma extensão de 14284 quilómetros, dos quais 2340 quilómetros eram classificados como itinerários principais, 1864 quilómetros como itinerários complementares e 10079 quilómetros como estradas nacionais e regionais, sendo os distritos do Porto, Braga e Lisboa os que apresentavam os maiores índices de densidade da rede. Estes distritos por cada 1000 km<sup>2</sup> de superfície, apresentavam índices de densidade com valores de 384,2 quilómetros no Porto, 324,1 quilómetros em Braga e 300,7 quilómetros em Lisboa. No lado oposto encontravam-se alguns distritos do interior do país, como Beja e Castelo Branco, cuja densidade da rede rodoviária rondava os 100 quilómetros. Esta grande extensão da rede rodoviária modificou a noção de distância física passando a medir-se em termos relativos, distância-tempo e distância-custo, em vez de distância em quilómetros.[10] [11]

Em Portugal, em 2012, cerca de 86,40% do transporte interno de mercadorias era realizado pela via rodoviária, sendo os restantes 13,60% garantido pelo transporte marítimo (7,82%) e ferroviário (5,78%).[12] No mesmo ano, a nível nacional, existiam 7004 empresas com veículos pesados de mercadorias perfazendo um total de 47328 veículos.[13] Nesse ano, com a forte contração da economia nacional, houve uma redução de 3,5% do produto interno bruto, e o volume de negócios das empresas do sector de transporte registou uma queda de 2,4%. No entanto, esta queda foi menos acentuada do que a da generalidade das empresas portuguesas que, no seu conjunto, diminuiu 5,6%. [10] Estes motivos mostram que, devido à elevada utilização de veículos, as empresas deste sector têm de monitorizar o serviço prestado de forma a garantir a qualidade e a eficiência do serviço ao cliente, uma vez que, assim, é possível contrariar a tendência da queda registada.

O mercado dos sistemas de monitorização, apesar de já se encontrar num estado de desenvolvimento muito elevado, tem alguns entraves, como as empresas detentoras dos veículos (transportadoras) dependerem de uma plataforma de interação própria do produtor do sis-

tema. O problema mencionado acarreta duas dificuldades: uma consiste no facto da empresa detentora dos veículos (transportadora) ter de suportar as despesas periódicas do serviço prestado pelo produtor do sistema e a outra reside no custo e tempo perdidos pelas empresas às quais os clientes dos sistemas em causa (transportadoras) prestam serviços, uma vez que estes clientes não conseguem ter informação acerca das suas mercadorias e produtos em tempo real, ou seja, têm a diferença temporal entre o momento em que solicitam essa informação ao seu fornecedor (transportadora) e o momento em que este pede a informação ao produtor do sistema.

A monitorização de veículos de mercadorias é um recurso que as empresas podem utilizar para reduzirem os custos associados à utilização dos mesmos. A situação económica atual obriga à correta gestão para que não se cometam falhas e perda de quantidades significativas de dinheiro. Neste tipo de sistemas é possível recolher em tempo real a posição do veículo na Terra e dados referentes ao uso do veículo, tais como, velocidade, consumos e condições de transporte da mercadoria. Desta forma, a empresa tem conhecimento de diversos parâmetros e é capaz de adotar medidas corretivas. Este sistema de monitorização de veículos permite a recolha de dados e a perceção da área da gestão que pode ser melhorada, propiciando, através de uma gestão correta e da garantia de qualidade ao cliente, o crescimento e a prática de preços mais competitivos.

O grande foco dos sistemas existentes é a recolha de dados de localização por GPS (*Global Positioning System*). Na monitorização de veículos de mercadorias apesar de este ser um foco principal, existem ainda pontos que podem ser estudados conseguindo reduzir custos e garantindo a qualidade e preservação das mercadorias perante o cliente.

Esta dissertação tem como principal motivação o desenvolvimento de *hardware* e *software* capazes de recolher e analisar todos os dados necessários a uma gestão eficaz de uma frota de veículos de mercadorias. A visualização desses dados através do *software* disponível para o cliente oferece garantias de qualidade no serviço prestado. Desta forma, quando se trata de mercadorias que requerem uma vigilância cuidada, o registo do percurso efetuado e das condições de transporte são fundamentais para garantir a chegada ao destino nas melhores condições.

## 1.2 Objetivos

O autor propõe um sistema de monitorização semelhante aos existentes no mercado, no entanto, permite a venda integral do sistema, sendo de fácil aplicação para o utilizador, o que implica apenas um investimento inicial em formação de colaboradores da empresa para que estes possam gerir o sistema de acordo com os objetivos da empresa.

Para a solução proposta, o autor irá concentrar a sua atenção na implementação de um sistema móvel com a capacidade de fornecer a localização do veículo, através da utilização de um recetor GPS, por forma a poder obter tanto a localização instantânea como o percurso realizado por cada veículo.

Outra característica deste sistema é a integração de um módulo no reboque do veículo que permite medir a temperatura da mercadoria transportada, de forma a existir facilidade de comunicação entre o módulo presente no trator do veículo e o reboque. Ambos os módulos têm uma comunicação sem fios entre eles.

Por último, mas não menos importante, todas as informações relevantes, tais como, temperatura, estado das portas e posição são enviados e armazenados numa base de dados externa ao veículo para, posteriormente, a empresa detentora dos veículos ou o cliente consultar através de uma página *Web user friendly*.

A página *Web* também permite fazer uma gestão dos clientes da empresa detentora dos veículos.

## 1.3 Organização do documento

A dissertação encontra-se organizada em cinco capítulos: o enquadramento teórico, as tecnologias abrangidas, a descrição geral do sistema, o processo de implementação e as conclusões. Inclui, também, seis anexos.

O atual capítulo, o primeiro, tem como propósito o enquadramento do trabalho, a apresentação da solução e os objetivos propostos pelo autor.

O capítulo 2 abrange a pesquisa e a descrição das tecnologias utilizadas para conceber o sistema de monitorização em estudo, tais como comunicação sem fios e GPRS (*General Packet Radio Service*). É, ainda, realizada uma análise a três dissertações já concretizadas e a dois sistemas presentes no mercado.

O capítulo 3 apresenta a visão, a descrição geral da arquitetura e o funcionamento do sistema.

O capítulo 4 descreve o processo de implementação do sistema acima referido, e explicará, de forma detalhada, o funcionamento de cada um dos módulos utilizados: radiofrequência, GPS, GSM/GPRS, abertura/fecho de portas, sensor de temperatura e microcontroladores. Também é apresentado o funcionamento da página *Web* e a sua interligação com a base de dados.

O capítulo 5 expõe as conclusões desta dissertação e, refere também, sugestões para futuros trabalhos.

Por último, relativamente aos anexos, os dois primeiros (A e B) apresentam, respetivamente, o desenho da placa de circuito impresso e um desenho 3D dessa mesma placa com os componentes eletrónicos da unidade presente no reboque e no trator do veículo.

O anexo C aborda os cálculos teóricos relativo ao sensor de temperatura.

O anexo D exhibe, numa tabela, a comparação entre a temperatura medida no sensor de temperatura utilizado na implementação, PT1000, e a temperatura medida por um termopar ligado a um multímetro. A temperatura medida no PT1000 possuiu uma correção por *software*, de forma a calibrar o sensor de acordo com o apresentado no multímetro.

O anexo E apresenta um exemplo do *script* PHP (*Hypertext Preprocessor*) alojado na “Central” e executado por GPRS. Esse *script* é executado para registar os dados enviados do veículo na base de dados e, posteriormente, serem acedidos pela página *Web*.

O anexo F apresenta um excerto de código para representação do percurso efetuado pelo veículo no mapa presente na página *Web*.

# Capítulo 2

## Monitorização de veículos

Monitorização é um termo cada vez mais utilizado nas diversas áreas, visto que existe, um crescente interesse em supervisionar remotamente. Através desta monitorização é possível obter a perceção de todo o sistema e aplicar medidas corretivas. Particularizando o tema, a monitorização de veículos é o foco desta dissertação, e esta transmite um conjunto de soluções que podem ser aplicadas a frotas de veículos. Estas soluções surgem da necessidade de corrigir erros que estejam a ser cometidos pela empresa detentora dos veículos (transportadora), permitindo assim reduzir desperdícios, por exemplo, na mão de obra e consumo de combustível. Normalmente, têm como base a recolha de dados, como velocidade, consumos ou posição no globo terrestre, que através da instalação de um dispositivo com comunicação para o exterior do veículo regista esses dados. A informação recolhida, após o seu registo, é acedida e analisada através de uma página *Web* no servidor da empresa de veículos de transporte.

Com a crise económica instalada em Portugal, é necessário realizar investimentos de forma inteligente, já que não existe capacidade financeira suficiente que permita investir em todos os projetos. Um desses investimentos pode ser um sistema de monitorização de veículos de mercadorias, pois contribui para rentabilizar os recursos humanos, reduzir os custos com os veículos e uma maior segurança. Estes sistemas apresentam vários benefícios, tais como, acabar com usos indevidos dos veículos e, assim, reduzir os custos com combustíveis, controlar os tempos de paragens e localizar o veículo em caso de roubo.

### 2.1 Conceitos

A implementação e estudo do sistema de monitorização de veículos de mercadorias implica o conhecimento de alguns conceitos fundamentais, desde bases tecnológicas a protocolos de comunicação. Esses conceitos auxiliam na implementação do sistema e, por isso, é crucial ter a noção dos mesmos, assim é apresentado, de seguida, um breve resumo de cada tecnologia.

### 2.1.1 Tecnologia de localização

O GPS (*Global Positioning System*) é um sistema de navegação por satélites que tem como função primária prestar informações exatas dos recetores de sinais sobre o posicionamento individual no globo terrestre.

O sistema está implementado desde 1995 e foi criado pelo Departamento de Defesa Americano para fins militares, contudo é utilizado por toda a população, sendo bastante importante na aviação. O GPS fornece, com grande precisão, o posicionamento, no espaço e no tempo, e a velocidade a um número ilimitado de utilizadores, em terra, mar ou ar, a qualquer momento, mesmo em condições climáticas adversas. O elemento primordial desta tecnologia é uma constelação de 24 satélites, que enviam informações para que qualquer dispositivo recetor calcule a sua posição aplicando um método da triangulação. Cada satélite demora cerca de 12 horas a percorrer a órbita. Este método da triangulação, que pode ser observado na figura 2.1, consiste na interceção da informação recebida de pelo menos três satélites.[14] [15]

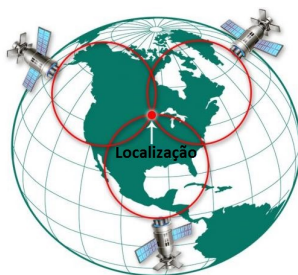


Figura 2.1: Método da Triangulação [1]

Para um recetor calcular a sua posição são suficientes os sinais emitidos por três satélites, contudo é utilizado um quarto satélite de referência, cujo objetivo é sincronizar os relógios atômicos dos satélites e os de quartzo dos recetores. O cálculo é efetuado com a comparação do tempo em que o sinal foi enviado e do momento em que ele foi recebido, aplicando algumas correções e considerando que a radiofrequência viaja à velocidade da luz<sup>1</sup>. A posição do recetor sobre a Terra é referenciada em relação ao equador e ao Meridiano de Greenwich<sup>2</sup>. O método mencionado permite conhecer a altura do recetor em relação ao nível do mar, assim como, a latitude e a longitude.[15] [16]

A latitude de um lugar na Terra é o ângulo entre o plano do Equador e o raio da normal que cruza esse lugar. Esta distância é medida em graus, podendo variar de 0° e 90° para Norte ou para Sul. Na figura 2.2 pode-se observar uma representação da latitude no globo terrestre.[16]

A longitude de um lugar na Terra é o ângulo do lugar a partir do Meridiano de Greenwich. Esta distância mede-se em graus, podendo variar entre 0° e 180° para Este ou para Oeste. Na

<sup>1</sup>a velocidade da luz no vácuo é de aproximadamente  $3,0 \times 10^8$  m/s

<sup>2</sup>Meridiano de Greenwich - o meridiano que passa sobre a localidade de Greenwich, nos arredores de Londres, e divide o globo terrestre em Ocidente e Oriente

figura 2.2 pode-se observar uma representação da longitude e da variação ao longo do globo terrestre.[16]

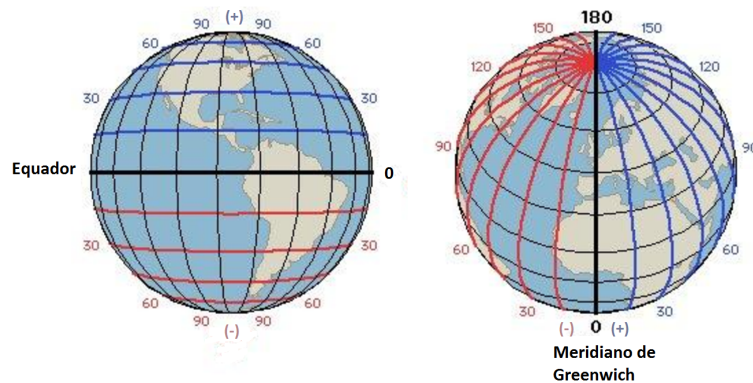


Figura 2.2: Latitude e Longitude [2]

A constelação dos satélites está disposta em seis planos orbitais distintos em que cada um deles é composto por quatro satélites equidistantes. Os planos orbitais estão inclinados cerca de cinquenta e cinco graus em relação ao plano equatorial e com separação entre si de sessenta graus. Esta disposição pode ser observada na figura 2.3, e com esta disposição garante-se que em qualquer parte do globo terrestre o recetor GPS tem em vista pelo menos 4 satélites.[17]

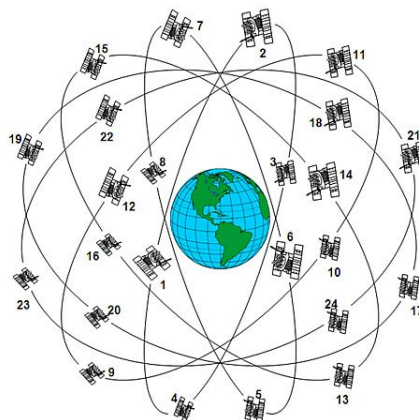


Figura 2.3: Constelação dos 24 satélites GPS [3]

### Protocolo NMEA

O protocolo NMEA (*National Marine Electronics Association*) é um protocolo de comunicação de dados entre diversos equipamentos de navegação. Este protocolo define um formato *standard* das frases trocadas entre dispositivos para simplificação na troca de informação. As frases *standard* são iniciadas com o caracter “\$”, seguido de duas letras que identificam a categoria do dispositivo (para o GPS é o GP) e mais três letras que definem o conteúdo.

Os dados são separados por vírgulas e apenas são permitidos caracteres ASCII. As frases são finalizadas com um *carriage return* (<CR>) e *line feed* (<LF>). Na figura 2.4 pode ser observado um exemplo de uma frase *standard* do protocolo NMEA.

**GLL      Geographic Position – Latitude/Longitude**

	1	2 3	4 5	6 7

\$--GLL,l111.11,a,yyyyy.yy,a,hmmss.ss,A\*hh

- 1) Latitude
- 2) N or S (North or South)
- 3) Longitude
- 4) E or W (East or West)
- 5) Time (UTC)
- 6) Status A - Data Valid, V - Data Invalid
- 7) Checksum

Figura 2.4: Exemplo de uma frase NMEA [4]

O tamanho da frase pode ser variável até ao máximo de 80 caracteres mais o carácter de início “\$” e os finais <CR><LF>.

Para melhorar a validade dos dados transmitidos existe o campo *checksum* que pode ser utilizado ou não pelo dispositivo que recebe os dados. Este campo é composto por um “\*” e dois dígitos hexadecimais representativos de um OR exclusivo de todos os caracteres entre os caracteres “\$” e “\*”, excluindo-os.

Quando o módulo GPS não alcança o sinal dos satélites a frase tem o mesmo formato inicial e final, mas não possui qualquer informação de dados, ficando apenas com as vírgulas de separação de dados.[4]

O protocolo NMEA prevê diversos tipos de frases cada uma com uma designação própria e conteúdo variável, que estão descritas em [4].

## 2.1.2 GSM/GPRS

Na era da grande evolução nas tecnologias de comunicação móvel, vários sistemas foram desenvolvidos e introduzidos, no entanto nenhum conseguiu afirmar-se como *standard* na indústria destas comunicações. Assim, em 1982, foi denominado um grupo com o intuito de estudar e desenvolver um sistema móvel padrão para toda a Europa, através da CEPT (*Conference of European Post and Telecommunications*), sendo que, mais tarde em 1989, a responsabilidade passou para o ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*), o qual, um ano depois, publicou as especificações desta tecnologia e foi generalizado pelo resto do mundo.[18]



Atualmente, o GSM (*Global System for Mobile Communications*) é uma tecnologia *standard* utilizada nas redes de comunicação de telemóveis. Esta tecnologia é considerada como segunda geração (2G), uma vez que veio substituir os sistemas de transmissão analógica de primeira geração. A mudança da era analógica para a era digital permitiu o uso de uma combinação de técnicas de modulação FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) e TDMA (*Time Division Multiple Access*).[19]

A rede GSM, dependendo do país, opera a diferentes gamas de frequência, sendo na Europa, e na grande maioria, transmitida a 900 MHz (GSM-900) e 1800 MHz (GSM-1800). No entanto, em alguns países como o Canadá e os Estados Unidos da América opera a 850 MHz (GSM-850) e 1900 MHz (GSM-1900). Na figura 2.5 pode ser visualizado um mapa com a distribuição da rede GSM.

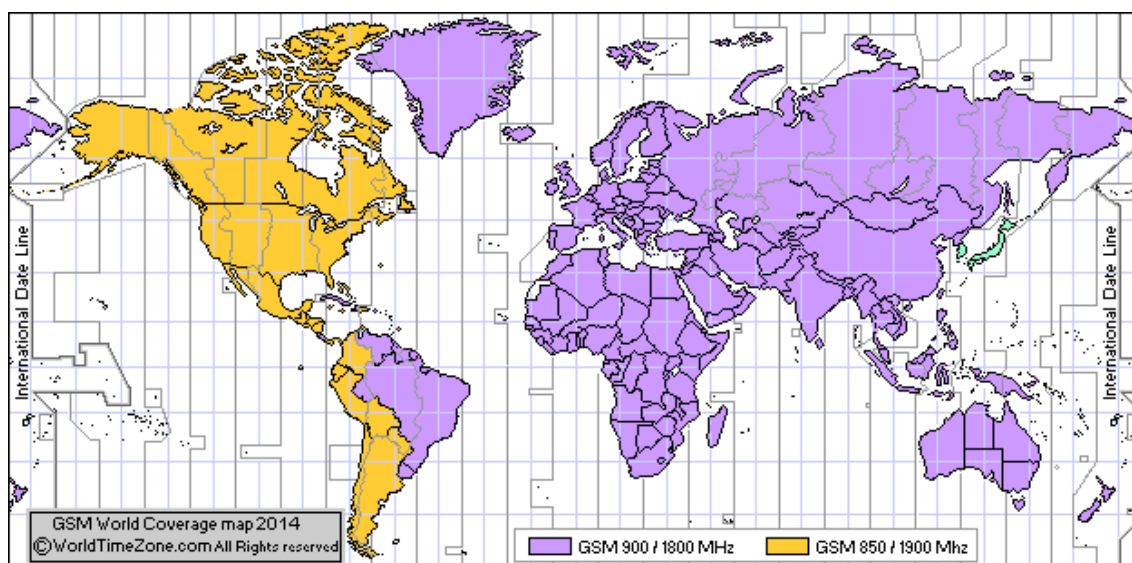


Figura 2.5: Distribuição da rede GSM [5]

Dependendo, também, do modem GSM pode ou não ter a capacidade de operar numa ou em várias frequências. Um modem *Dual-Band* tem a capacidade de operar a duas frequências, geralmente, 900/1800 MHz ou 850/1900 MHz, um *Tri-Band* suporta três bandas de frequências 900/1800/1900 MHz ou 850/1800/1900 MHz e um *Quad-Band* incorpora qualquer uma das frequências referidas.[5]

Os sistemas de segunda geração têm como principais características a segurança, robustez/-fiabilidade, um serviço de transmissão de dados de baixo débito e *roaming*. A última característica referida permite que os dispositivos móveis continuem em funcionamento fora do país de origem através da existência de acordos de *roaming* com operadoras estrangeiras, sendo uma grande vantagem para o consumidor.[19]

No GSM é utilizado um sistema de cartões SIM (*Subscriber Identity Module*) para identificar a operadora de telecomunicações que está a prestar o serviço e, através deste sistema, é

possível existir uma fácil troca de dispositivos móveis sem que haja alterações na operadora de telecomunicações.

Com o crescimento da internet e a necessidade de taxas de transferência de dados mais elevada houve a necessidade de criar uma nova tecnologia designada por GPRS (*General Packet Radio Service*).[19] [20]

O GPRS é uma tecnologia que surge da evolução do GSM, classificada como a rede 2.5G, que aumenta as taxas de transferência de dados nas redes GSM já existentes. Esta classificação foi obtida já que a tecnologia em causa fez a transição entre a rede GSM (2G) e a rede UMTS (3G).[19]

O GPRS utiliza a transmissão de dados pela comutação de pacotes em vez das tecnologias anteriores que usam comutação de circuitos. Na comutação de circuitos, é estabelecida uma conexão entre o ponto de origem e destino, de seguida a comunicação é feita de forma ininterrupta e os recursos da rede são dedicados por toda a duração da conexão. Na comutação de pacotes os recursos da rede são partilhados pelos utilizadores e são utilizados apenas quando é, efetivamente, necessário para enviar ou receber dados, reduzindo, assim, consideravelmente os recursos ocupados na transferência de dados. Como esta técnica permite que vários utilizadores partilhem os mesmos recursos, as operadoras de telecomunicações cobram pela quantidade de pacotes de dados transmitidos e não pelo tempo de conexão à rede a um custo razoável.[19]

Esta tecnologia foi criada com a finalidade da rede móvel ser integrada na internet pela divisão dos dados por pacotes através do protocolo IP (*Internet Protocol*). A informação antes da transmissão é dividida em pacotes relacionados entre si e remontada no destinatário e cada pacote é transmitido por diferentes caminhos até chegar ao destino, sendo formado pelo endereço destino bem como pela informação para montagem no destino.

As tecnologias anteriores ao GPRS tinham taxas de transferência em torno dos 12 kbps. Em situações ideais, o GPRS pode ultrapassar os 170 kbps, contudo, na prática, essa taxa está em torno dos 40 kbps. Verifica-se a necessidade de passar por uma fase de estabelecimento de ligação que pode variar de 15 a 30 segundos, até que a ligação entre o emissor e recetor esteja pronta para transferir e, uma vez estabelecida a conexão, a mesma estará permanentemente ativa.[19] [20]

### 2.1.3 Comunicação sem fios

No mercado existem diversos dispositivos que permitem a comunicação sem fios entre, pelo menos, dois nodos como Bluetooth, ZigBee e nR24L01+. Estes têm características que, de acordo com a aplicação, podem ser destacadas e comparadas.

#### Bluetooth

A Ericsson, em meados de 1994, começou por estudar a viabilidade do desenvolvimento de uma tecnologia utilizando sinais de rádio de baixo custo que permitisse a comunicação entre telemóveis e acessórios. O projeto começou a despertar o interesse de outras empresas

em 1997 e, um ano mais tarde, foi formado um consórcio pela Ericsson, Intel, IBM, Toshiba e Nokia. A diversidade e a presença de “gigantes” das telecomunicações e de fabrico de computadores e processadores foi importante para o desenvolvimento de padrões e, a partir desse momento, o Bluetooth virou realidade.[21] [22]

Esta tecnologia, que adotou uma frequência de rádio aberta e aceita em praticamente qualquer país, opera à frequência de 2,45 GHz podendo ocorrer variações em vários países que vão de 2,4 GHz a 2,5 GHz. A transmissão de dados é feita por radiofrequência e apenas é necessário que ambos os dispositivos estejam dentro do limite de proximidade. De acordo com a classe do dispositivo, o alcance máximo pode ser até 100 metros para a classe 1, até 10 metros para a classe 2 e até um 1 metro para a classe 3. A classe mais utilizada é a classe 2 com uma potência máxima de 2,5 mW. Os dispositivos de classes diferentes podem comunicar entre si, bastando respeitar o limite do que possuir menor alcance. Quando é iniciada uma comunicação o dispositivo que iniciou a conexão assume o papel de *master*, enquanto os outros dispositivos, no máximo 7, assumem o papel de *slaves*. A constante evolução desta tecnologia faz com que as suas especificações mudem e surjam novas versões, atualmente na versão Bluetooth 4.1.[21] [22]

### **ZigBee**

Esta tecnologia surgiu em 2002 pela *ZigBee Alliance*, composta por diversas empresas que trabalham em conjunto para desenvolver um *standard* capaz de possibilitar a comunicação sem fios segura, de baixo custo e de baixa taxa de transmissão.[23]

O ZigBee é um *standard* de comunicações sem fios projetado em cima da especificação IEEE 802.15.4 e possibilita um conjunto de funções de gestão de redes como o reencaminhamento, descoberta de dispositivos pertencentes à rede e troca de mensagens. Esta tecnologia opera a diferentes taxas de transferência dependentes da frequência, sendo 250 Kbps a uma frequência de 2,4 GHz (Global), 40 Kbps a 915 MHz (América) e 20 Kbps a 868 MHz (Europa). As distâncias de transmissão variam de 10 metros a 1,6 quilómetros, dependendo da potência e ambiente. Uma rede ZigBee pode assumir várias topologias, como ponto-a-ponto, estrela e árvore. O módulo XBee da *Digi* possui um conjunto de características importantes numa implementação de curto alcance e remota, como um baixo consumo, no entanto o custo é na ordem das dezenas de euros. Uma implementação de uma rede ZigBee com esses módulos é dispendiosa.[23] [24] [25]

### **nRF24L01+**

O módulo de radiofrequência, nRF24L01+, é um *transceiver* baseado no chip da *Nordic Semiconductor* e desenvolvido para aplicações sem fios utilizando o protocolo Enhanced ShockBurst<sup>TM</sup>. Este protocolo realiza automaticamente a montagem de pacotes (Preâmbulo, endereço, CRC) e a auto confirmação do envio da informação. O módulo opera a uma frequência de 2,4 GHz e possui uma taxa de transferência de dados de 250 kbps, 1 Mbps ou 2 Mbps. O preço de aquisição deste módulo é reduzido, assim como a potência consumida, sendo o alcance máximo de 100 metros em campo aberto.[26]

De acordo com esta aplicação, foi estabelecida uma comparação na tabela 2.1 das características mais relevantes dos dispositivos referidos anteriormente

Caraterísticas	Bluetooth	ZigBee	NRF24L01+
Velocidade	Até 24 Mbps	20, 40 e 250 Kbps, depende da frequência	Até 2 Mbps
Alcance	Até 100 metros	Até 100 metros	Até 100 metros
Frequência de operação	2,4 GHz	868 MHz, 915 MHz e 2,4 GHz	2,4 GHz
Consumo de energia	Médio (centenas de mW)	Muito baixo (mW)	Muito baixo (mW)
Preço	Médio	Médio	Baixo

Tabela 2.1: Comparação entre tecnologias de comunicação sem fios

## 2.2 Soluções académicas propostas por outros

O autor de forma a perceber alguns trabalhos desenvolvidos no âmbito académico efetuou uma pesquisa na plataforma RCAAP (Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal) de dissertações que englobem sistemas de monitorização de veículos. Assim sendo, serão apresentados, de seguida, o trabalho desenvolvido de três dissertações que o autor decidiu destacar.

### "Sistema embebido de georreferenciação e controlo" (2012), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto[27]

O autor Ricardo Alexandre Vaz Gomes da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto apresenta um sistema de referenciação e controlo para veículos automóveis. O projeto é baseado num produto já comercializado, que permite uma gestão de frotas automóvel, e pretende uma melhoria e adicionar funcionalidades ao sistema já existente.

No envio de uma mensagem de texto para um cartão SIM inserido no módulo instalado no veículo (módulo GSM) o sistema permite obter a localização do veículo através do módulo GPS. Também utilizando o módulo GSM, é enviado mensagens de texto para o utilizador com notificações de eventos relevantes, como o disparo do alarme do veículo ou condução fora do perímetro de operação estabelecido.

A nível de segurança, existe um botão de pânico no veículo que quando acionado configura um sistema anti-carjacking, que imobiliza o veículo e possibilita a localização do veículo em menor espaço temporal.

Todo o percurso do veículo e todos os eventos relevantes são registados e enviados por correio eletrónico com toda a informação recolhida em formato compatível com o Google Earth.

Para além das funcionalidades já referidas o autor Ricardo Alexandre Vaz Gomes adicionou as seguintes funcionalidades:

- Durante cada viagem o cálculo do consumo médio de combustível;

- Leitura de dados da interface OBD2 (*On-Board Diagnostics*) do veículo;
- Alertas por mensagem de texto de condução perigosa e eventos relevantes;
- Armazenamento local dos dados num cartão microSD para posteriormente enviar através de uma rede IEEE 802.11b conhecida para um computador pessoal.

**"Sistema de diagnóstico OBD2/EOBD para viaturas automóveis" (2011), Universidade de Aveiro[28]**

O autor Hugo Ricardo da Conceição Cunha do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática apresenta um sistema de diagnóstico automóvel com a possibilidade de leitura em tempo real de parâmetros via interface OBD2/EOBD. Este sistema pretende ser portátil, autónomo, fácil de utilizar e intuitivo uma vez que é orientado para o utilizador comum.

Neste sistema o objetivo é permitir o acesso ao utilizador a informações que normalmente não estão disponíveis no quadrante do veículo. Para tal o veículo tem que suportar o protocolo CAN (*Controller Area Network*).

O autor Hugo Ricardo da Conceição Cunha implementou a nível de *hardware* um *transceiver* CAN para comunicar com a interface OBD2, ao contrário de utilizar *hardware* já existente no mercado. A interação entre o sistema e o utilizador é realizado por um teclado de 5 botões e um LCD (*Liquid-Crystal Display*). O teclado é utilizado para percorrer os menus, e o LCD para visualizar as informações dos sensores em tempo real, aceder aos valores que cada sensor registou durante a ocorrência de um erro ou ler possíveis erros registado na unidade de controlo.

**"Sistemas de M2M utilizando GSM" (2011), Universidade de Aveiro[29]**

A autora Vanessa Sérgio da Silva do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática apresenta um sistema de controlo e comunicação M2M (*Machine to Machine*) com a capacidade de localizar um sistema móvel utilizando um módulo GPS/GSM. O sistema interage por GPRS com a plataforma de localização, instalada no Instituto de Telecomunicações da Universidade de Aveiro, que sobrepõem o sistema no mapa do Google Earth. Para a plataforma SIG (Sistema de Informação Geográfica) são enviadas várias informações como as coordenadas GPS, velocidade, altitude, data/hora e o ID do dispositivo. A plataforma recebe as informações e processa de forma a serem apresentadas sobre o mapa do Google Earth.

## 2.3 Soluções comerciais atuais

Atualmente, no mercado existem soluções implementadas para gestão de frotas baseado em tecnologia de localização GPS e de comunicação GSM. O princípio de funcionamento das soluções existentes são semelhantes entre si, passando pela instalação de equipamentos nos

veículos para a recolha de informação do veículo e trajeto percorrido enviando por GSM a informação para um servidor remoto.

### **Inosat[30]**

A Inosat é uma empresa líder em soluções de localização GPS para empresas e particulares. Apresenta uma vasta gama de produtos de localização desde localização de pessoas, objetos, veículos e futuramente animais.

A solução “InoFrio” é um sistema de gestão de frotas e localização de viaturas em tempo real baseado na tecnologia GPS e GSM. Este produto é concebido para atividades de transporte de mercadorias que necessitem de um acompanhamento e controlo rigoroso da temperatura, como por exemplo, o transporte de fármacos ou itens hospitalares. O “InoFrio” tem as seguintes características:

- Localizar e controlar a frota em tempo real;
- Garantir a qualidade da mercadoria;
- Monitorizar a temperatura da galeria de frio;
- Receber alertas em situações anómalas;
- Relatórios de viagens, rota, gestão técnica de frota, alarmes de sensores de temperatura, sensores de abertura e fecho de portas, análise de itinerário, passagem por marcos e alarme de balizas.

A empresa detentora dos veículos (transportadora) interage com o sistema através de um *login* restrito efetuado na página *Web* da empresa Inosat.

O “InoFrio” disponibiliza os seguintes periféricos:

- Identificador do condutor - no tablier da viatura existe um suporte onde o condutor deve inserir uma chave. Enquanto a chave estiver inserida todas as rotas vão ser associadas aquele condutor;
- Sensor de frio - permite a monitorização da temperatura do reboque da viatura. Se existir uma variação acentuada é emitido um alerta para a central;
- Sensor de abertura e fecho de portas - sensor instalado junto à porta e que permite a unidade enviar para a central informação sobre o estado da porta.

A aquisição deste produto tem um encargo diário<sup>3</sup>, durante 49 meses, por veículo.

### **GMV[6]**

A GMV é uma empresa com várias soluções, serviços e produtos em diversos sectores. Apresenta um produto de controlo e gestão de frotas, o MOVILOC.

---

<sup>3</sup>1,35€ por dia - consultado a 04/11/2014

O MOVILOC é uma solução que calcula a posição e recolhe os dados do veículo através de uma unidade móvel a bordo do mesmo. Essa unidade móvel envia a cada minuto os dados do veículo para uma plataforma central, *palview*, desenvolvida e gerida integralmente pela GMV e que pode ser consultada em qualquer computador ligado à internet. A consulta é restrita com um sistema de *login* e pode ser acedida pela transportadora que adquiriu o MOVILOC. Na figura 2.6 é possível observar o funcionamento do sistema.



Figura 2.6: Funcionamento do MOVILOC da GMV [6]

O sistema integra tecnologias GPS, GSM e GPRS para a localização e envio dos dados para a plataforma central, a *palview*.

Esta solução oferece uma vasta gama de informações, tais como:

- Informações de tempos de paragens, tempos de condução, quilometragem e consumo;
- Informações sobre a extensão do percurso;
- Registo dos valores dos sensores de humidade e temperatura para o controlo da galeria de frio;
- Sensor de abertura de portas;
- Botão de alarme e imobilizador remoto do veículo em caso de roubo ou de emergência;
- Gestão de alertas (manutenção do veículo e excesso de velocidade).

O sistema ainda incorpora a instalação nos veículos de uma consola de mensagens que permite ao condutor manter o registo das comunicações com o centro de controlo.

Comparando as duas soluções comerciais acima apresentadas numa perspetiva de serviço prestado, o autor concluiu que as características são muito semelhantes. Ambas as soluções incorporam vários tipos de alerta quando ocorre uma situação indesejada e relatórios do percurso efetuado. Numa perspetiva de *hardware* as informações fornecidas não são detalhadas e não é possível retirar nenhuma conclusão.





## Capítulo 3

# Arquitetura da solução proposta

O presente capítulo pretende apresentar uma descrição da arquitetura global da solução proposta pelo autor. Num sistema de monitorização de veículos é necessário que este possua o maior número de funcionalidades para retirar o maior partido da implementação deste tipo de sistemas.

O protótipo que se pretende desenvolver será constituído por duas partes distintas: uma que se encontra no veículo e é responsável pela recolha e envio dos dados para o exterior e outra responsável pela interação, através de uma página *Web*, com o utilizador através dos dados recolhidos. Na figura 3.1 está representado a arquitetura da solução proposta.

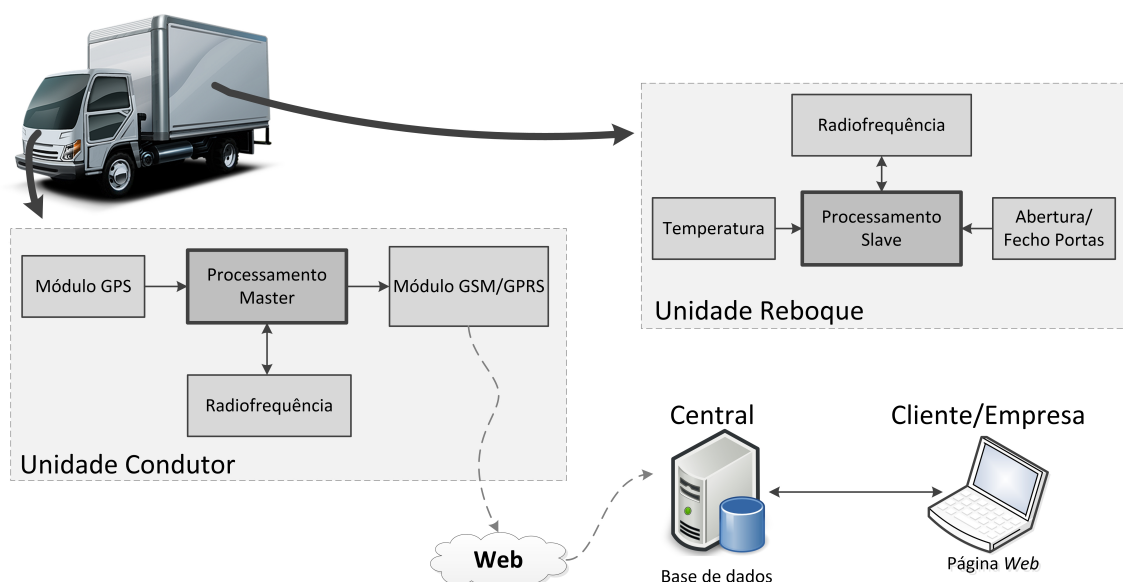


Figura 3.1: Representação geral do sistema proposto pelo autor

A “Unidade Reboque” é responsável pelos dados referentes às condições da mercadoria e transporte, enquanto a “Unidade Condutor” é responsável pela localização e envio dos dados das duas unidades para o exterior.

A “Unidade Reboque” possui os seguintes módulos:

- Radiofrequência - estabelece a comunicação sem fios entre a “Unidade Condutor”, situada no trator do veículo, e a “Unidade Reboque” situada no reboque. Estes dois módulos, um no trator e outro no reboque, são utilizados para respetivamente receber e enviar os dados registados no reboque;
- Temperatura - é o módulo onde se encontra o sensor de temperatura e eletrónica adicional para a leitura da temperatura da mercadoria transportada no reboque;
- Abertura/fecho de portas - é o módulo responsável por indicar o estado das portas;
- Processamento *Slave* - responsável por receber e tratar a informação vinda do módulo “Temperatura” e do módulo “Abertura/fecho de portas”. Depois da informação tratada, envia para o módulo “Radiofrequência” interligado a este módulo de processamento.

A “Unidade Condutor” possui os seguintes módulos:

- GPS - responsável pela localização do veículo ao longo do percurso. Este módulo estabelece a comunicação, como já referido anteriormente, com pelo menos 4 satélites e fornece a sua localização em latitude e longitude;
- GSM/GPRS - responsável por comunicar e registar os dados numa “Central”. Esse registo é realizado numa base de dados para realizar um histórico e ser consultada através de uma página *Web*;
- Processamento *Master* - responsável por interpretar a informação recebida do módulo GPS e radiofrequência, e por sua vez enviar para o módulo GSM/GPRS para registar na base de dados da “Central”.

A página *Web* pode ser acedida através de um *browser* de computador ou de um dispositivo móvel ligado à internet e os dados observados na página *Web* são os registados na base de dados. Esta página *Web* deverá permitir adicionar novos clientes e registar o valor da temperatura desejada para a mercadoria que vai ser transportada antes do veículo iniciar a marcha.

O funcionamento global da solução depois do cliente estar registado na base de dados é a seguinte:

1. A administração através da página *Web* adiciona que um determinado veículo vai realizar o transporte da mercadoria para um cliente e com uma temperatura desejada;
2. O veículo inicia a marcha, a “Unidade Reboque” comunica constantemente com a “Unidade Condutor” informando a temperatura dentro do reboque e o estado das portas. Periodicamente essa informação e a localização do veículo são enviadas e registadas na base de dados da “Central”;

3. A partir desse momento, tanto o cliente como a empresa detentora dos veículos (transportadora) através da página *Web* poderá observar em tempo real a informação da temperatura sobre a forma de gráfico ou a localização sobre o mapa do Google Maps.



## Capítulo 4

# Implementação da solução proposta

O presente capítulo tem como objetivo descrever todo o processo de desenvolvimento de *hardware* e *software*. Na descrição de todos os passos será sempre que possível representado com figuras retirados do próprio *hardware* e *software* para uma melhor compreensão do trabalho desenvolvido.

Na figura 4.1 pode-se observar a representação do *hardware* utilizado para implementar a solução proposta.

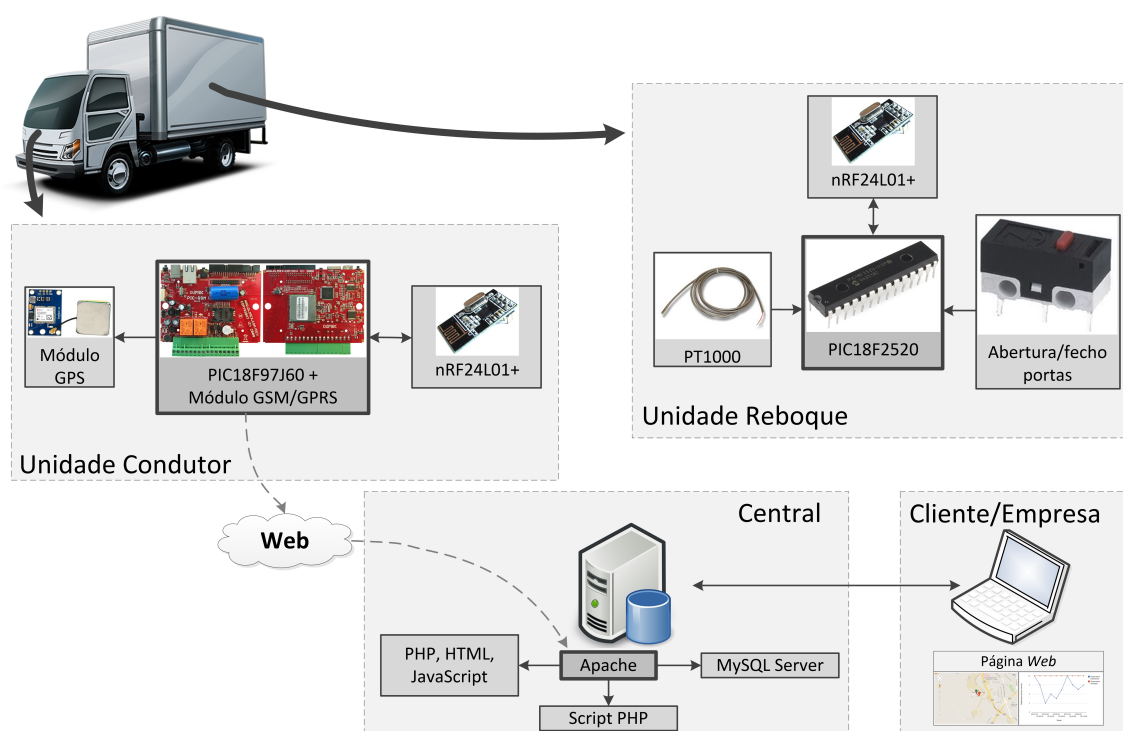


Figura 4.1: Representação do *hardware* implementado

O desenvolvimento de *hardware* é o processo de dimensionamento e conexão de diferentes componentes ou módulos para implementar a solução. Nessa junção é construído um es-

queima elétrica com todos os componentes ou previsão para as ligações de módulos. Através desse esquema, é realizado o desenho e a disposição dos componentes sobre uma placa de circuito impresso para, posteriormente, se obter um produto final com a assemblagem dos componentes. O esquema elétrico e o desenho da placa de circuito impresso foram realizados com o *software* CadSoft EAGLE PCB. Nos anexos A e B é possível visualizar o desenho das PCB's (*Printed Circuit Board*) desenvolvidas e um desenho 3D da placa e dos componentes.

O desenvolvimento de *software* é o processo da criação de uma interface de interação entre o *hardware* e o cliente ou empresa detentora dos veículos. Neste protótipo a interação é feita através de uma página *Web* capaz de interligar à base de dados MySQL.

## 4.1 Hardware

O *hardware* implementado nesta solução pode ser separado em duas unidades não ligadas por cablagem mas ligadas entre si por uma comunicação sem fios. De forma resumida, existe uma unidade na parte traseira do veículo, “Unidade Reboque”, capaz de captar a temperatura da mercadoria, abertura/fecho de portas, enviar sem fios para a unidade existente na parte frontal do veículo, “Unidade Condutor”, e este registar essa informação e a localização do veículo na base de dados MySQL instalada na “Central”. A ligação entre o veículo e a “Central” é efetuada através de uma ligação de dados via GPRS.

Na figura 4.2 e 4.3 pode ser observado o *hardware* implementado na parte traseira do veículo (“Unidade Reboque”) e na parte frontal do veículo (“Unidade Condutor”), respetivamente. Na observação das figuras consegue-se separar, nas duas unidades, os diferentes módulos.

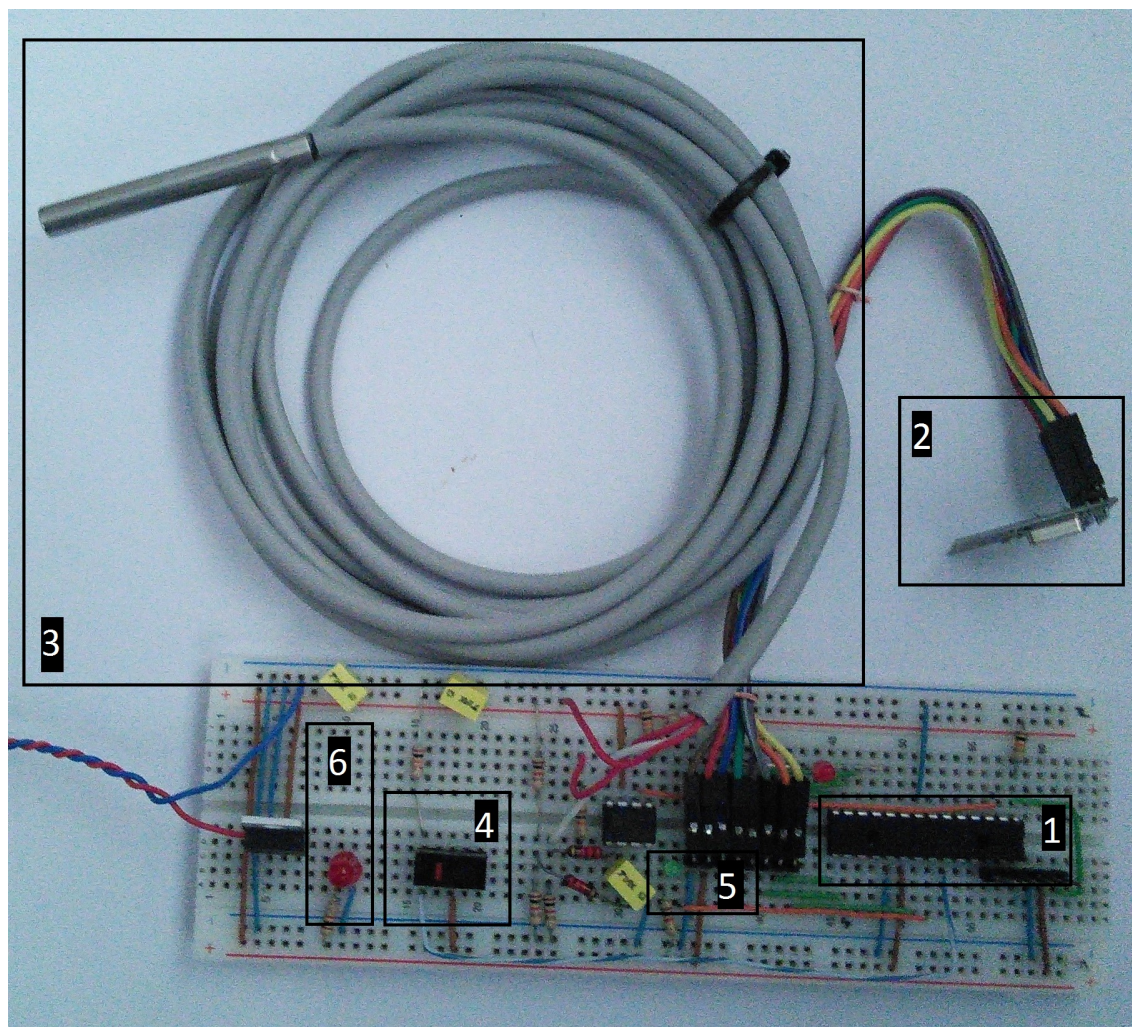


Figura 4.2: *Hardware* implementado no reboque - “Unidade Reboque”

Na figura 4.2 destaca-se o PIC18F2520 (1) utilizado para implementar o processamento *slave*, o módulo nRF24L01+ (2) para comunicação sem fios entre as duas unidades, o sensor de temperatura (3) do tipo PT1000 e um *switch* para detetar a abertura/fecho de portas (4). Os *LEDs* (*Light Emitting Diode*) presentes mostram o funcionamento da “Unidade Reboque”, indicando o envio de dados por radiofrequência através do módulo nRF24L01+ (5) e a presença de alimentação no circuito (6).



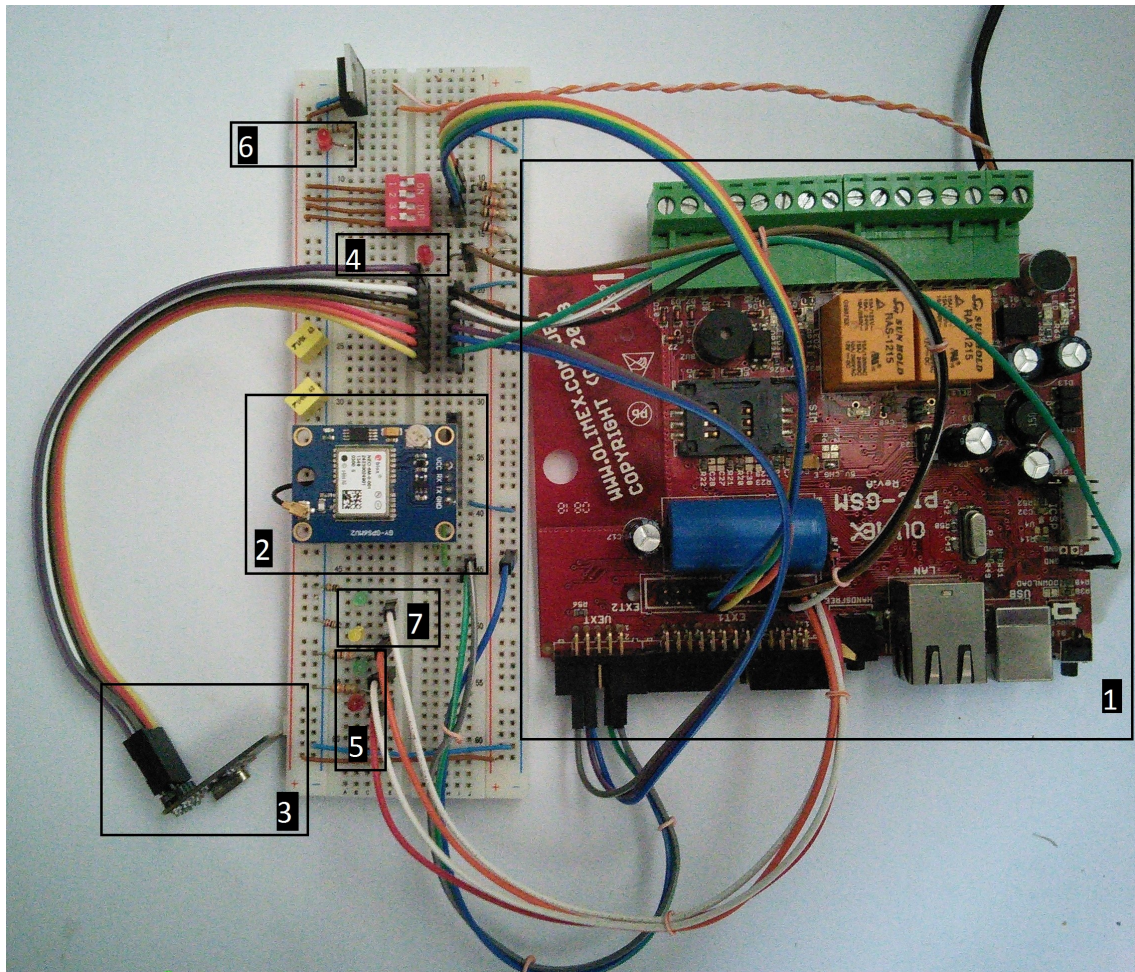


Figura 4.3: *Hardware* implementado no trator - “Unidade Condutor”

Na figura 4.3 destaca-se a placa de desenvolvimento que incorpora o PIC18F97J60 e o módulo GSM/GPRS (1), o módulo GPS (2) e o módulo nRF24L01+ (3) para recepção dos dados por radiofrequência. Os *LEDs* presentes representam o funcionamento da “Unidade Condutor”, indicando a recepção de dados via nRF24L01+ (4), o estado do sinal do módulo GPS (5), a presença de alimentação no circuito (6) e o envio de dados via GPRS (7).

O cumprimento dos níveis de tensão de operação dos componentes ou módulos implementados são indicados pelos respectivos fabricantes e, uma vez que os diversos componentes ou módulos podem operar a um nível de tensão de 3,3V, este nível foi o escolhido para alimentação das duas unidades de *hardware*.

Para criar este nível de tensão foi utilizado um regulador de tensão. Este recebe na entrada uma alimentação de aproximadamente 12V DC (*Direct Current*) da tomada de isqueiro do veículo, proveniente da bateria do veículo, e converte-a no nível de tensão que alimenta o circuito. A placa de desenvolvimento recebe diretamente a alimentação da tomada de isqueiro, visto que permite ser alimentada entre 12V-24V DC.

Neste caso, o regulador de tensão escolhido foi o LM1117T da *Texas Instruments*[31].



Este regulador tem algumas especificações máximas impostas pelo fabricante. Na tabela 4.1 pode ser visualizado as principais especificações.

Características	LM1117T
Tensão Máxima de Entrada	20V
Corrente Máxima de Saída	800mA
Temperatura Operação	-65°C a 150°C

Tabela 4.1: Especificações do regulador de tensão LM1117T

#### 4.1.1 Unidade Reboque - PIC18F2520

O microcontrolador utilizado na “Unidade Reboque” para o processamento de dados foi o PIC18F2520 da *Microchip*[7]. Na figura 4.4 pode ser observada a representação do microcontrolador utilizado, num *package* SPDIP, e a correspondência dos pinos.

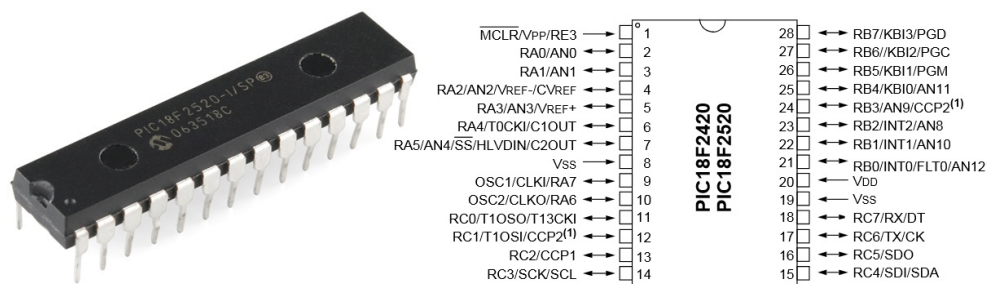


Figura 4.4: PIC18F2520 e representação dos pinos [7][8]

Este microcontrolador possui uma interface USART (*Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter*), uma interface SPI (*Serial Peripheral Interface*), uma interface I<sup>2</sup>C (*Inter-Integrated Circuit*), dez canais de conversor analógico para digital (10 bits), um Timer de 8 bits, três Timers de 16 bits e uma alimentação entre 2V e 5,5V.

Neste caso específico, o autor optou por este microcontrolador já que, para além de possuir as características referidas anteriormente, o autor está familiarizado com o mesmo e possui as seguintes particularidades: oferece a possibilidade de poupança de energia passando ao modo *Sleep*, o custo de aquisição é baixo<sup>1</sup> e fácil de obter, tem incorporada uma EEPROM<sup>2</sup> (*Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory*) e pode funcionar com o oscilador interno, evitando assim a compra de um oscilador externo.

<sup>1</sup>o custo unitário é inferior a 5€,

<https://www.microchipdirect.com/ProductSearch.aspx?keywords=PIC18F2520> (consultado - 23/10/2014)

<sup>2</sup>*chip* de armazenamento não volátil, ou seja, uma vez gravada, os dados não são perdidos ao ser retirada a alimentação

Nesta implementação é necessário uma interface SPI para o nRF24L01+, uma entrada analógica para o sensor de temperatura, uma entrada digital para o *switch* de abertura/fecho de portas e saídas digitais para ligar LEDs de visualização de estado. Na implementação foi utilizado o oscilador interno de 8 MHz.

#### 4.1.2 Unidade Condutor - PIC18F97J60

O microcontrolador aplicado na “Unidade Condutor” para o processamento de dados foi o PIC18F97J60 da *Microchip*[32]. Este microcontrolador foi utilizado numa placa de desenvolvimento designada PIC-GSM da *Olimex*[9]. Na figura 4.5 pode-se visualizar a frente e o verso da placa de desenvolvimento.

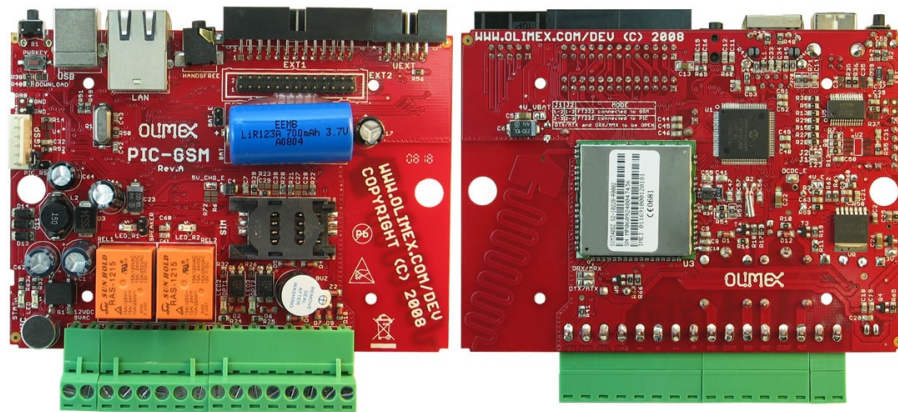


Figura 4.5: Placa de desenvolvimento PIC-GSM [9]

Esta placa de desenvolvimento possui várias características, como serviços Web, serviços GSM/GPRS, USB (*Universal Serial Bus*), duas entradas digitais, dois relés e uma bateria. A alimentação é feita a 12V DC pela tomada de isqueiro do veículo.

A placa tem a capacidade dos serviços *Web* serem fornecidos internamente no microcontrolador. Para o efeito a *Microchip* disponibiliza uma biblioteca (*stack* TCP/IP - *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) de uso livre para a integração desses serviços *Web* em conjunto com a restante implementação. Neste caso, esse serviço *Web* não foi implementado porque no veículo não existe uma ligação física à internet por uma ficha RJ45.

Assim, foi utilizado uma outra capacidade da placa de desenvolvimento para a ligação do veículo ao exterior, o serviço GSM/GPRS.

Este microcontrolador possui duas interfaces USART, duas interfaces SPI, duas interfaces I<sup>2</sup>C, dezasseis canais de conversor analógico para digital (10 bits), dois Timers de 8 bits e três Timers de 16 bits.

Nesta implementação é necessário duas interfaces UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*) para comunicar com o módulo GSM/GPRS e o módulo GPS, uma interface SPI para comunicar com o módulo de radiofrequência, nRF24L01+, e saídas digitais para ligar LED's de visualização de estado.

### 4.1.3 Comunicação entre as duas unidades

A transmissão de informação entre a “Unidade Reboque” e a “Unidade Condutor” é realizada por meio não cablado. Para o efeito foi selecionado o *transceiver* de radiofrequência nRF24L01+ da *Nordic Semiconductor*. [26] Na figura 4.6 pode ser visualizado o módulo utilizado.

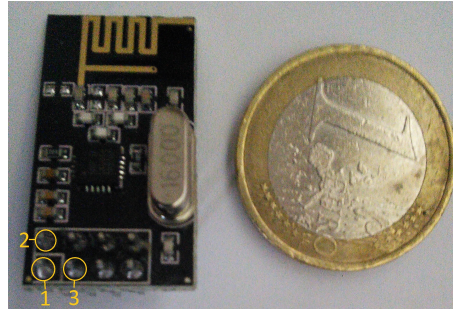


Figura 4.6: Módulo nRF24L01+

O diagrama de interação entre os microcontroladores das duas unidades e os módulos nRF24L01+ pode ser observado na figura 4.7.

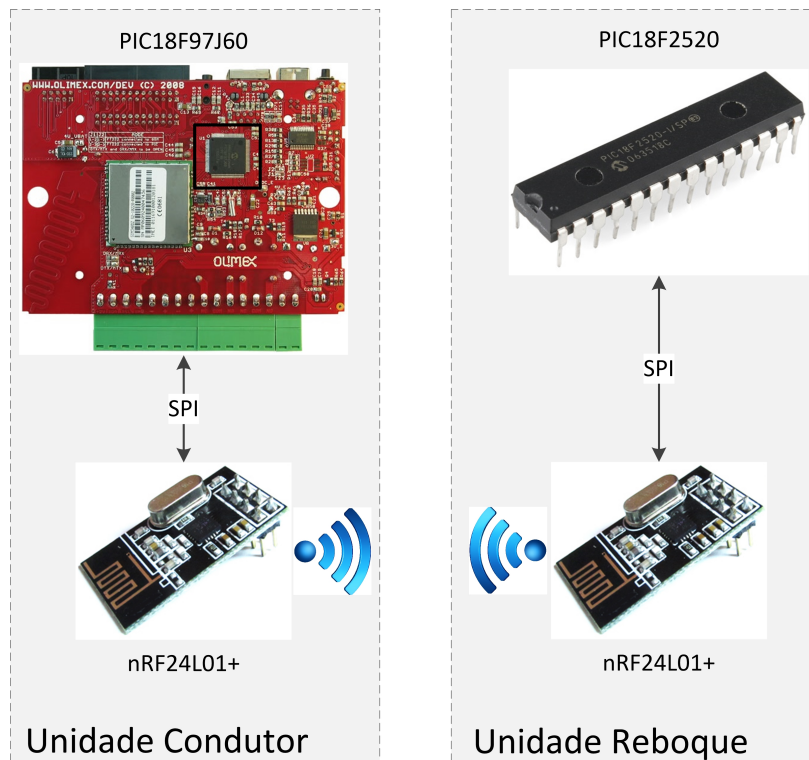


Figura 4.7: Diagrama de interação entre a “Unidade Condutor” e a “Unidade Reboque”

A alimentação do módulo nRF24L01+ é feita pelo regulador de tensão a um nível de 3,3V, sendo o pino 1 o  $V_{ss}$  e o pino 2 o  $V_{cc}$ . A comunicação entre o módulo e os dois

microcontroladores, PIC18F2520 e PIC18F97J60, é feita através da interface SPI.

No PIC18F2520, na comunicação SPI a porta SDI do microcontrolador (pino 15) está conectado à porta SDO do nRF24L01+ (pino 7), a porta SDO do microcontrolador (pino 16) está conectado à porta SDI do nRF24L01+ (pino 6) e a porta SCK do microcontrolador (pino 14) está conectado à porta SCK do nRF24L01+ (pino 5). O PIC18F2520 quando comunica com o *slave* (nRF24L01+), o primeiro tem que habilitar o *chip select* do *slave* (pino 4) através de uma porta de saída digital (pino 13).

Na placa de desenvolvimento PIC-GSM, na comunicação SPI a porta SDI do microcontrolador (UEXT-7) está conectada à porta SDO do nRF24L01+ (pino 7), a porta SDO do microcontrolador (UEXT-8) está conectada à porta SDI do nRF24L01+ (pino 6) e a porta SCK do microcontrolador (UEXT-9) está conectada à porta SCK do nRF24L01+ (pino 5). O PIC18F97J60 quando comunica com o *slave* (nRF24L01+), o primeiro tem que habilitar o *chip select* do *slave* (pino 4) através de uma porta de saída digital (EXT-6).

O módulo nRF24L01+ tem a particularidade de possuir um pino de *chip enable* (pino 3) que, de acordo com a configuração pretendida, tem de ser ativado ou desativado por uma porta de saída digital do microcontrolador. O pino 8 do módulo nRF24L01+ é um pino de saída que, ligado a uma interrupção externa do microcontrolador, permite ter o conhecimento de uma ocorrência, tais como receção de dados, envio completo dos dados e máximas retransmissões atingidas. Esse conhecimento é verificado no estado das *flags* de registo das ocorrências.

O formato da mensagem enviada entre os microcontroladores pelo módulo nRF24L01+ é apresentada na figura 4.8.

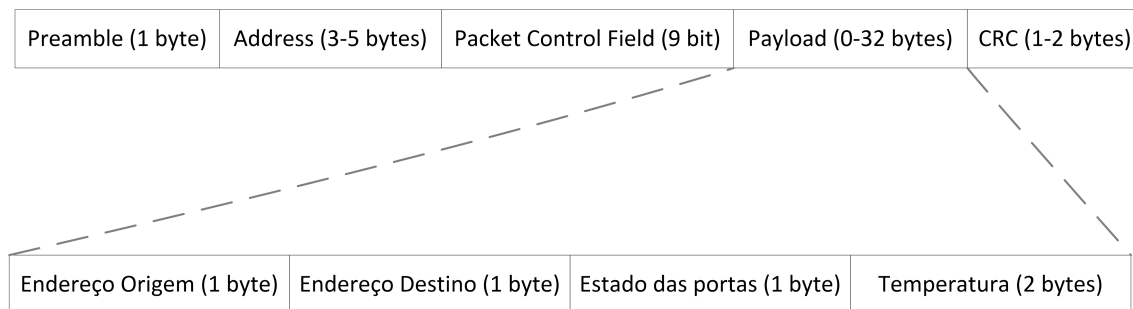


Figura 4.8: Mensagem enviada entre microcontroladores

Através da figura pode ser observada a mensagem de envio entre os dois módulos nRF24L01+. No campo *Payload* é introduzida a mensagem definida pelo autor para esta implementação.

#### 4.1.4 Unidade Reboque - Sensor de temperatura

Nesta implementação o principal foco é a garantia ao cliente do transporte da mercadoria de acordo com os padrões estabelecidos por este. Para essa garantia é necessário a leitura da

temperatura do interior do reboque. Esta leitura é efetuada por um sensor de resistência que se baseia no princípio da variação da resistência de um material condutor com a temperatura e este tipo de sensores também são conhecidos por RTD (*Resistance Temperature Detector*). O sensor de temperatura utilizado é de platina e apresenta a 0°C uma resistência de 1000Ω, por essa razão é designado por PT1000.

O princípio de funcionamento deste sensor baseia-se na variação da resistência em função da temperatura, aumentando a resistência com o aumento da temperatura. As principais vantagens deste tipo de sensor são a elevada exatidão, uma curva de resistência em função da temperatura quase linear e uma vasta gama de medida. De acordo com o *datasheet* do fabricante, *Danfoss*[33], é possível confirmar a linearidade do sensor através do gráfico presente na figura 4.9.

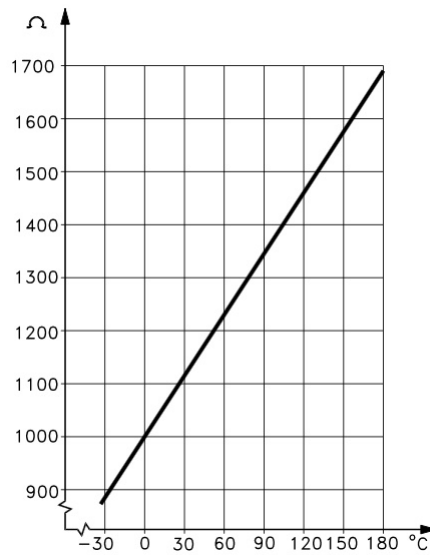


Figura 4.9: Gráfico teórico da temperatura em função da resistência do PT1000 [33]

A leitura deste sensor de temperatura requer eletrónica adicional para acondicionamento de sinal. A amplificação permite aumentar o nível de tensão para uma faixa que o conversor analógico para digital do microcontrolador atua, aumentando assim a sensibilidade e resolução da medição. No amplificador de instrumentação, AD623 da *Analog Devices*[34], a amplificação depende da resistência de ganho colocada nos pinos 1 e 8. A equação 4.1 traduz o ganho do amplificador, sendo  $R_G$  a resistência de ganho.

$$G = \left(1 + \frac{100k}{R_G}\right) \quad (4.1)$$

O circuito implementado foi dimensionado para que a tensão de saída do amplificador de instrumentação varie entre 0V e 3,3V. No anexo C são apresentados os cálculos teóricos do circuito.

A tensão de saída de, aproximadamente, 0V corresponde a uma temperatura de -40°C e uma tensão de 3,3V corresponde a uma temperatura de 40°C, apesar de nesta implementação

não ser necessária esta gama total de temperatura. Na figura 4.10 está representado o circuito da implementação do PT1000.

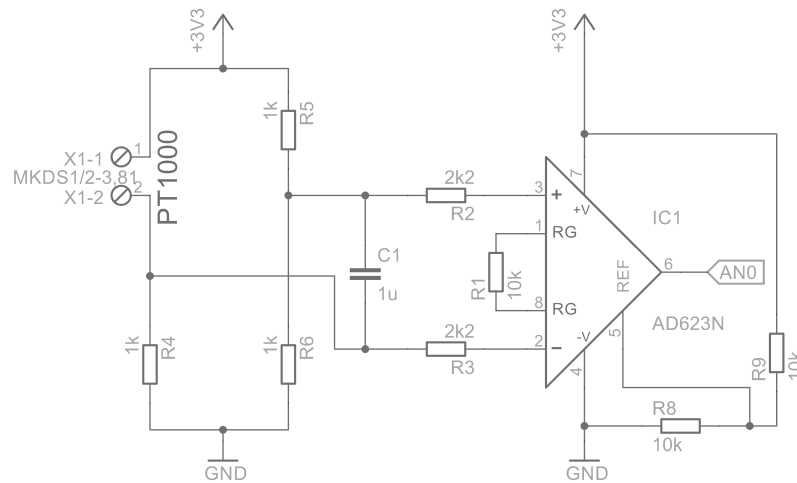


Figura 4.10: Circuito de implementação do PT1000

A saída do amplificador de instrumentação, indicada como AN0, é ligada à entrada analógica do PIC18F2520 situada no pino 2.

De forma a realizar ajustes e calibrar o sensor para esta implementação, foi realizada a leitura de um termopar através de um multímetro que, perante o valor apresentado no mesmo, foi possível compensar, por *software*, o sensor dimensionado. Na figura 4.11 é possível visualizar o gráfico da temperatura registada pelo termopar em função da temperatura medida no PT1000, na entrada AN0.

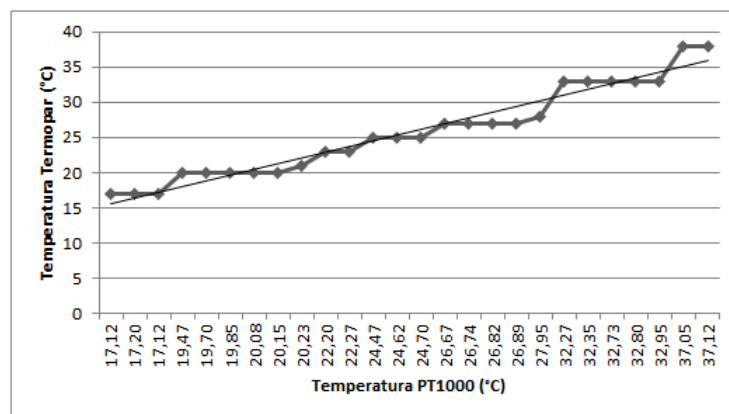


Figura 4.11: Gráfico da temperatura do termopar em função da temperatura do PT1000

Pela análise da figura podemos analisar que a variação é quase linear. No anexo D é possível visualizar uma tabela dos vários registos da temperatura lida pelo multímetro, o

valor em bits da analógica do microcontrolador e a temperatura calculada em função do valor lido no microcontrolador com a compensação por *software*.

#### 4.1.5 Unidade Reboque - Abertura/fecho de portas

Uma vez que nesta implementação a temperatura da mercadoria transportada é importante, também é necessário saber a razão de uma possível variação. Assim sendo, foi implementado um *switch* de simulação de contacto com a porta. Na figura 4.12 é possível visualizar o circuito de simulação.

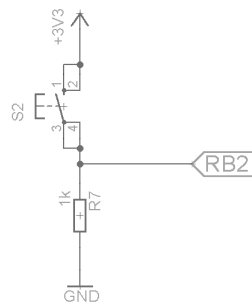


Figura 4.12: Circuito de simulação abertura/fecho portas

Nesta simulação, quando o pino RB2 apresenta 0V, o PIC18F2520 interpreta como a porta do reboque esteja aberta. Quando o mesmo pino apresenta 3,3V, significa que o *switch* S2 está pressionado e o PIC18F2520 interpreta como a porta esteja fechada.

#### 4.1.6 Unidade Condutor - GSM/GPRS

A placa de desenvolvimento PIC-GSM presente na parte frontal do veículo apresenta o *hardware* necessário para a integração de serviço GSM/GPRS. Na figura 4.13 é possível verificar a presença do modem GSM/GPRS (1) e do PIC18F97J60 (2).



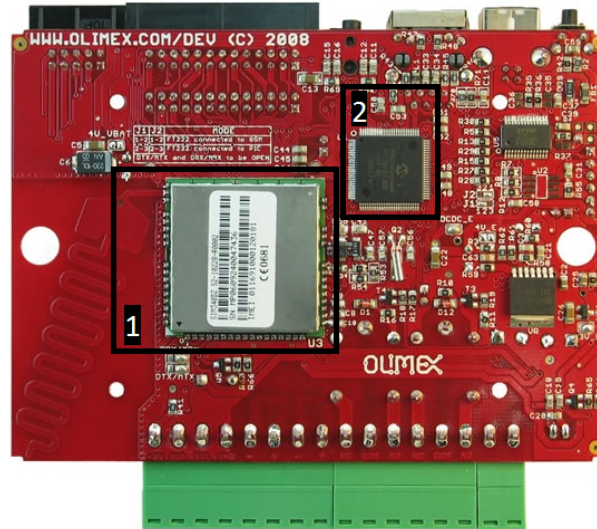


Figura 4.13: Identificação do modem GSM/GPRS (1) e do PIC18F97J60 (2)

O serviço GSM/GPRS é responsável por registar na base de dados as leituras relevantes do veículo.

Quando o veículo inicia o seu percurso é efetuado o registo periodicamente dos diversos parâmetros na base de dados, sendo o PIC18F97J60 responsável pela leitura dos parâmetros e pelo seu envio através de uma ligação de dados. O modem disponível na placa de desenvolvimento é designado SIM300DZ. A comunicação entre o PIC18F97J60 e o modem SIM300DZ é realizada através da UART dos dois dispositivos e do envio de um conjunto de comandos AT. Neste caso, a UART1 do microcontrolador possui a ligação física com a UART do modem na placa de desenvolvimento, não podendo ser alterada.

O *datasheet* do modem SIM300DZ[35] apresenta a lista de comandos AT disponíveis e a sua descrição detalhada.

Na placa de desenvolvimento PIC-GSM, para o funcionamento do modem GSM/GPRS, é necessário efetuar a inicialização de *hardware*. Deve ser efetuada a seguinte inicialização:

- Retirar e verificar que o cartão SIM não apresenta o código PIN (*Personal Identification Number*) ativo e de seguida colocar no suporte SIM;
- Desligar a alimentação externa e a bateria através da abertura da ligação BAT-E;
- Efetuar o *reset* do microcontrolador através do fecho do PIC-RST;
- Ligar a alimentação externa do PIC-GSM e a bateria através do fecho da ligação BAT-E;
- Pressionar o botão PWRKEY até o led STATUS piscar;
- Esperar até que o led STATUS pisque com um período de 3 segundos, momento que o modem estabelece a rede;[36]



- Efetuar a abertura da ligação PIC-RST para a inicialização do *software* do microcontrolador.

Após os passos mencionados acima, o modem está, neste momento, apto para comunicar com o PIC18F97J60.

O *software* implementado no microcontrolador para comunicar com o modem foi dividido em duas partes. Na primeira, estão presentes os comandos AT necessários para a configuração por *software*, e que só necessitam de ser enviados uma vez a cada iniciação do sistema. Na segunda, estão presentes os comandos AT necessários cada vez que se pretende enviar os dados para a “Central” onde se encontra base de dados. A figura 4.14 apresenta a inicialização implementada pelo autor.

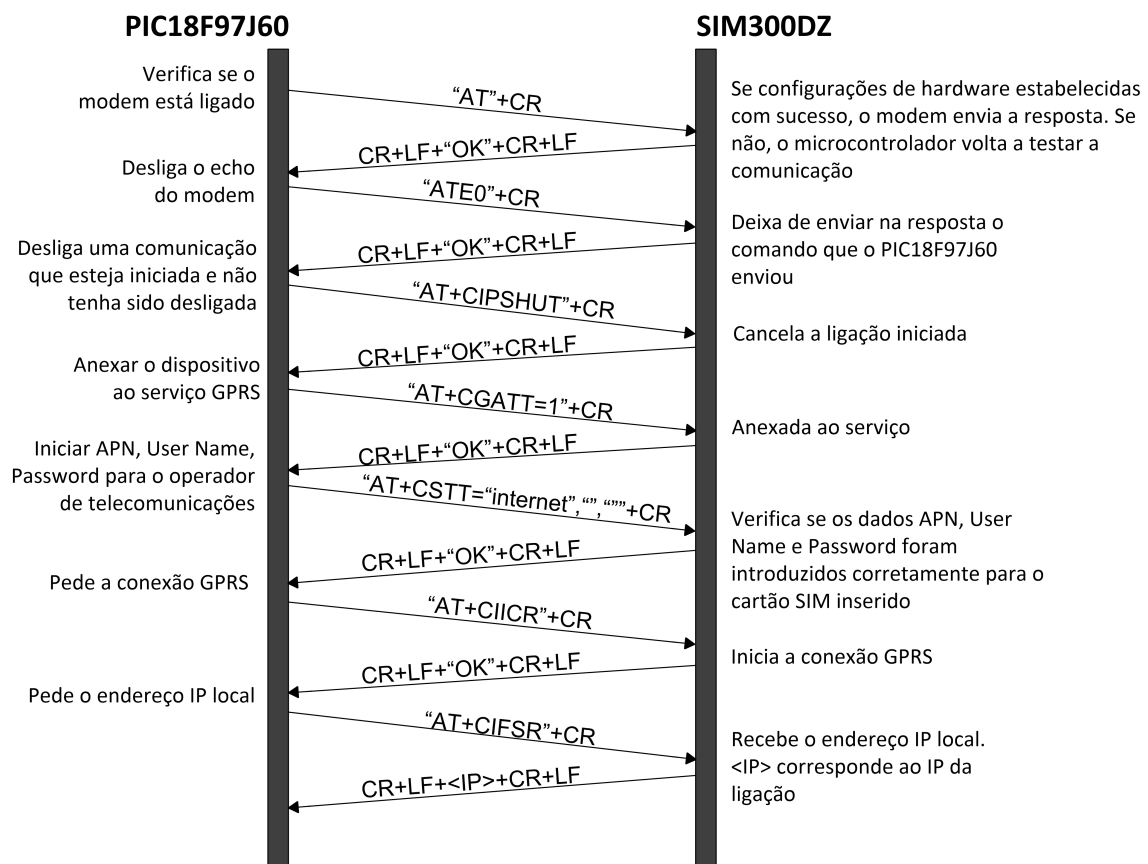


Figura 4.14: Diagrama de interação para inicialização da ligação de dados

A figura 4.15 apresenta o diagrama para o envio de dados periodicamente.

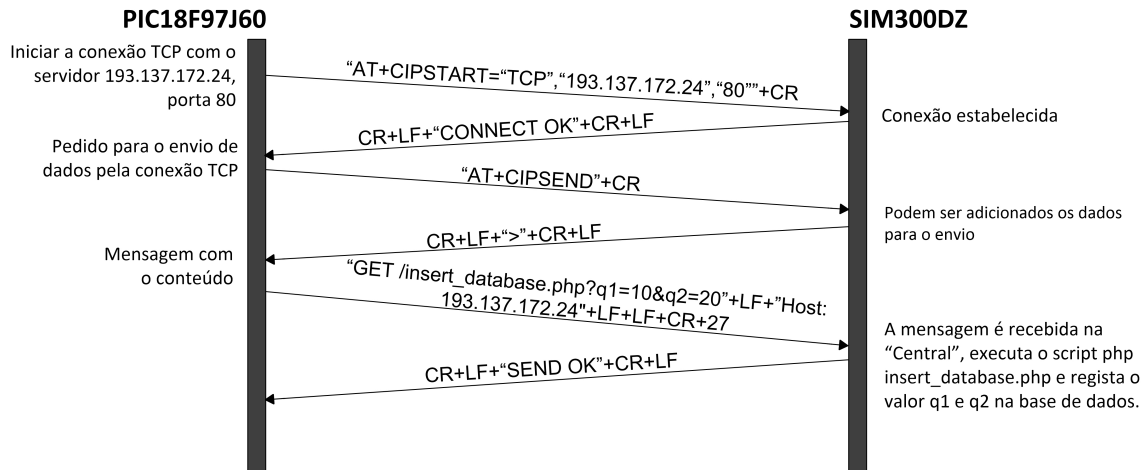


Figura 4.15: Diagrama de interação para o registo na base de dados

O conteúdo da mensagem apresentada no diagrama da figura 4.15 é um exemplo. A mensagem é enviada para o servidor 193.137.172.24 onde está alojado um *script* PHP, e esse conecta à base de dados MySQL, também alojado no servidor, e regista os valores enviados nas variáveis q1 e q2 da mensagem.

#### 4.1.7 Unidade Condutor - GPS

O GPS é responsável pela localização do veículo, fornecendo a latitude e longitude. Este módulo tem uma alimentação de 3,3V, está ligado ao PIC18F97J60 e possui uma antena externa.

O módulo utilizado pode ser visualizado na figura 4.16.

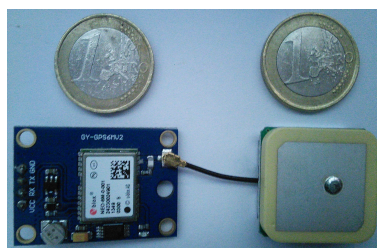


Figura 4.16: Módulo GPS

O diagrama de interação entre o PIC18F97J60 e o módulo GPS pode ser observado na figura 4.17.

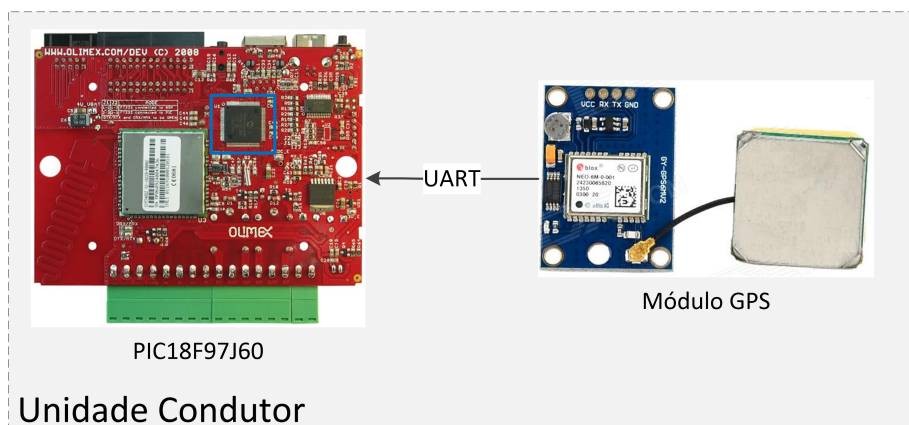


Figura 4.17: Diagrama de interação entre o PIC18F97J60 e o módulo GPS

Este *chip*, o NEO-6M da u-Blox, possui características físicas reduzidas, é de baixo consumo e permite diversas interfaces de comunicação com dispositivos. Na tabela 4.2 é possível verificar algumas dessas características indicadas pelo fabricante.[37] [38]

Caraterísticas	NEO-6M
Alimentação	2,6V – 3,7V
Interface	SPI, I <sup>2</sup> C, USB, UART
Precisão	2,5 m
Dimensões	12,2 x 16,0 x 2,4 mm
Peso	1,6 g
Temperatura Operação	-40°C a 85°C
Consumo	111mW @ 3,0V (contínuo)

Tabela 4.2: Caraterísticas do *chip* NEO-6M

Uma vez que o módulo adquirido possui os pinos da UART acessíveis, essa foi a interface de comunicação utilizada. O microcontrolador e o GPS, neste caso, comunicam através da UART2 do microcontrolador. Esta porta na placa de desenvolvimento PIC-GSM encontra-se no pino 3 (TX) e 4 (RX) do conector UEXT. O pino de transmissão de dados (TX) do microcontrolador é ligado ao de recepção do GPS (RX), e o pino de recepção do microcontrolador é ligado ao de envio do GPS. O microcontrolador não necessita de enviar nenhuma mensagem para o módulo, contudo este módulo envia as frases presentes na figura 4.18 de segundo a segundo.

```

18:23:52 $GPRMC,182352.00,A,4037.79802,N,00839.49140,W,0.114,,250914,,A*6C
18:23:52 $GPVTG,,T,,M,0.114,N,0.212,K,A*26
18:23:52 $GPGGA,182352.00,4037.79802,N,00839.49140,W,1.04,1.94,35.8,M,49.7,M,,*73
18:23:52 $GPGSA,A,3,17,01,06,10,,,,,,,,,3.46,1.94,2.87*02
18:23:52 $GPGSV,4,1,13,01,38,116,13,04,52,115,,06,30,308,35,09,48,190,*73
18:23:52 $GPGSV,4,2,13,10,16,261,29,11,17,136,,12,00,327,,13,43,184,*7A
18:23:52 $GPGSV,4,3,13,17,54,251,24,20,60,049,,23,70,133,,31,08,041,*7A
18:23:52 $GPGSV,4,4,13,32,18,064,*41
18:23:52 $GPGLL,4037.79802,N,00839.49140,W,182352.00,A,A*7A
18:23:53 $GPRMC,182353.00,A,4037.79804,N,00839.49101,W,0.244,,250914,,A*68
18:23:53 $GPVTG,,T,,M,0.244,N,0.452,K,A*22
18:23:53 $GPGGA,182353.00,4037.79804,N,00839.49101,W,1.04,1.94,35.8,M,49.7,M,,*71
18:23:53 $GPGSA,A,3,17,01,06,10,,,,,,,,,3.46,1.94,2.87*02
18:23:53 $GPGSV,4,1,13,01,38,116,13,04,52,115,,06,30,308,35,09,48,190,*73
18:23:53 $GPGSV,4,2,13,10,16,261,29,11,17,136,,12,00,327,,13,43,184,*7A
18:23:53 $GPGSV,4,3,13,17,54,251,24,20,60,049,,23,70,133,,31,08,041,*7A
18:23:53 $GPGSV,4,4,13,32,18,064,*41
18:23:53 $GPGLL,4037.79804,N,00839.49101,W,182353.00,A,A*78

```

Figura 4.18: Mensagem do módulo GPS

Como se pode verificar na figura acima, as frases seguem o protocolo NMEA referido na subsecção 2.1.1. O microcontrolador recebe as frases apresentadas na figura mas o autor definiu que só utiliza e trata a frase destacada. Utilizando essa frase como exemplo, pode ser retirada a localização através da latitude e longitude e verificar que se situa nas imediações do Departamento de Engenharia Mecânica na Universidade de Aveiro.

Embora os restantes tipos de frases presentes na figura 4.18 não tenham sido utilizados, o autor fez uma breve análise ao conteúdo delas. Utilizando o [4] o autor retirou o seguinte:

- RMC - *Recommended Minimum Navigation Information* - Este tipo de frase apresenta os seguintes campos mais relevantes: hora, latitude, longitude, velocidade em nós e data;
- VTG - *Track Made Good and Ground Speed* - os campos mais relevantes deste tipo de frase são: velocidade em nós e velocidade em quilómetros por hora;
- GGA - *Global Positioning System Fix Data. Time, Position and fix related data for a GPS receiver* - A localização em altitude, longitude e latitude é apresentada neste tipo de frase, assim como a precisão dos dados e o número de satélites. Tal como nos tipos anteriores, este tipo também indica a hora;
- GSA - *GPS DOP and active satellites* - indica o modo de funcionamento do receptor GPS (M - Manual, A - Automático) e valores DOP (*Dilution of precision*)<sup>3</sup>;
- GSV - *Satellites in view* - apresenta o número de satélites alcançados e a identificação dos satélites;
- GLL - *Geographic Position – Latitude/Longitude* - Este tipo de frase apresenta a latitude, longitude, hora e o estado dos dados (A - dados válidos, V- dados inválidos).

Neste caso, o autor uma vez que só utiliza a latitude e longitude poderia ter utilizado outro tipo de frase como o tipo RMC ou GGA em vez do GLL.

<sup>3</sup>coeficientes de precisão da posição no espaço, horizontal e vertical

## 4.2 Software

O *software* implementado nesta solução pode ser separado em duas partes. A primeira parte é o *software* implementado nos microcontroladores das duas unidades. A segunda parte é o *software* implementado na “Central” para o funcionamento de uma aplicação multi-plataforma e operacional em qualquer computador com ligação à internet. O autor desenvolveu uma página *Web* com ligação a uma base de dados MySQL, estando assim dependente apenas de uma ligação à internet.

### 4.2.1 Microcontroladores

O *software* implementado nos microcontroladores é responsável pelo processamento automático desta solução. Sendo assim, os microcontroladores funcionam de forma automática e autónoma.

#### Unidade Reboque - PIC18F2520

O *software* presente no PIC18F2520 encontra-se descrito sobre o fluxograma presente na figura 4.19.

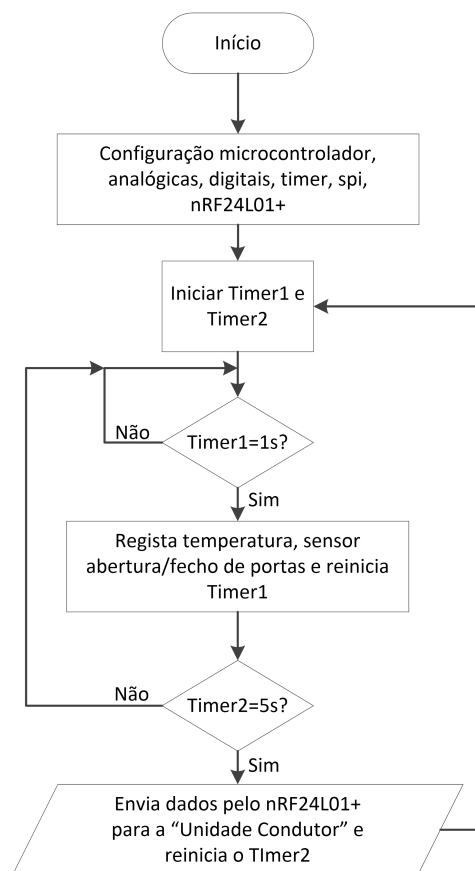


Figura 4.19: Fluxograma do *software* do PIC18F2520, Unidade Reboque

O procedimento do *software* é o seguinte:

1. O microcontrolador inicia o *software* percorrendo um conjunto de funções de configuração de conversão das entradas analógicas para digitais, configuração de Timer com o intervalo de tempo de um segundo, configuração da interface SPI para a comunicação com o módulo nRF24L01+, configuração do módulo nRF24L01+ e configuração de entradas e saídas digitais;
2. O Timer1 e Timer2 são iniciados. Quando o Timer1 atingir o tempo de um segundo, regista o valor lido do sensor de temperatura em bits, o estado das portas e reinicia o Timer1 de forma a um segundo depois volte a fazer a mesma leitura;
3. Quando o Timer2 atingir cinco segundos, as leituras registadas são enviadas pelo módulo de radiofrequência nRF24L01+ e é reiniciado o Timer2. Volta ao ponto anterior.

#### Unidade Condutor - PIC18F97J60

O *software* presente no PIC18F97J60 encontra-se descrito sobre o fluxograma presente na figura 4.20.

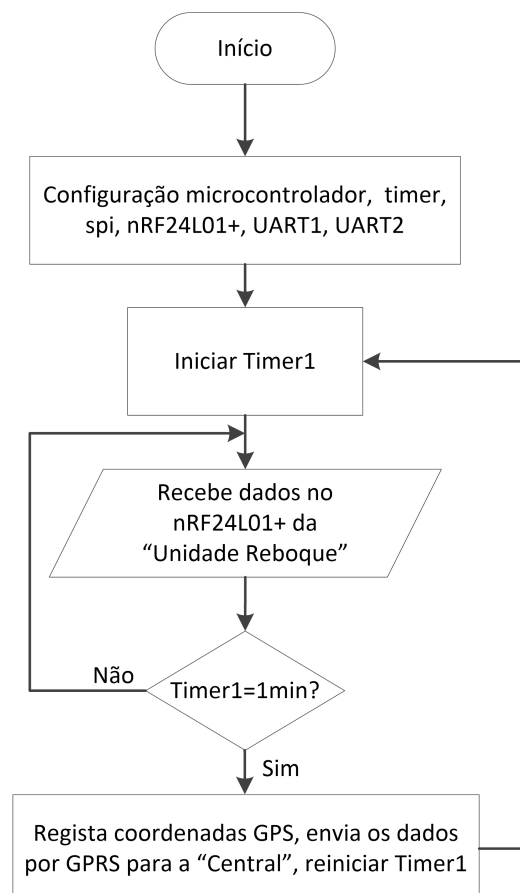


Figura 4.20: Fluxograma do *software* do PIC18F97J60, Unidade Condutor

O procedimento do *software* é o seguinte:

1. O microcontrolador inicia o *software* percorrendo um conjunto de funções de configuração da interface SPI para comunicação com o módulo nRF24L01+, configuração de Timer com o intervalo de tempo de um segundo, configuração do módulo nRF24L01+, configuração da UART1 para comunicação com o módulo GSM/GPRS e configuração da UART2 para comunicação com o módulo GPS;
2. O Timer1 é iniciado. O microcontrolador está à “escuta” da recepção de dados no módulo nRF24L01+ vindos da “Unidade Reboque”;
3. Quando o Timer1 for igual a um minuto regista as coordenadas GPS, executa a comunicação com o módulo GSM/GPRS para enviar os dados para a “Central” e reinicia o Timer1. Na comunicação GSM/GPRS são executados os comandos AT já referidos, e regista os dados na base de dados MySQL. Volta ao ponto anterior.

Embora o *software* tenha sido testado e com o recurso *Watchdog Timer* inativo, o autor optou por uma programação defensiva e ativou esse recurso de forma a prevenir possíveis paragens inesperadas durante longos períodos.

O *Watchdog Timer* tem uma função muito importante não apenas contra *bugs* de *software*, mas também na falha no oscilador e instabilidade da alimentação.

Neste caso, o tempo de paragem do *software* permitido, para que não ocorra um *reset* ao *software*, é cerca de dois minutos.

#### 4.2.2 Central - Página Web

Nesta solução é pretendido que a página *Web*, para além de funções administrativas, também possua ferramentas de fácil visualização e perceção das ocorrências, em tempo real, no veículo. O desenvolvimento da página *Web* inclui vários tipos de linguagem de programação, como JavaScript, HTML (*HyperText Markup Language*), PHP (*Hypertext Preprocessor*) e XML (*eXtensible Markup Language*).[39] [40]

O diagrama de interação entre a “Central” e a página *Web* é apresentada na figura 4.21.

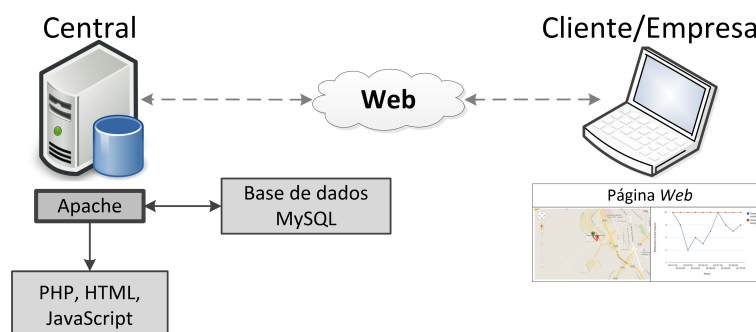


Figura 4.21: Diagrama de interação entre a “Central” e a página *Web*

Neste caso, o servidor da página *Web* e da base de dados é o computador pessoal do autor utilizando o servidor *Apache*. O servidor, em vez de estar alojado num computador, é possível ser alojado num servidor externo.

Inicialmente, quando é digitado no *browser web* o endereço IP do computador pessoal é exposta uma página de apresentação como se pode visualizar na figura 4.22.

**Monitorização de Veículos de Mercadorias**

**Apresentação**

Utilizador: Visitante

Bem vindo à página *Web* de monitorização de veículos de mercadorias.

Esta página está inserida numa dissertação de Mestrado em Engenharia de Automação Industrial, no Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro, sob orientação científica de Prof. Doutor José Paulo Oliveira Santos.

A página *Web* é a interface de interação entre a empresa ou cliente com os valores registados na base de dados. Esses valores registados na base de dados provêm em tempo real do veículo. Através de uma ligação de dados (GPRS) são enviados em tempo real a localização do veículo, temperatura da mercadoria transportada e registo de abertura/fecho de portas. A localização do veículo e o seu trajeto pode ser consultado sobre o mapa do Google Maps. A temperatura da mercadoria a cada instante pode ser comparada com a temperatura desejada sobre um gráfico.

Para consultar os dados é necessário fazer login como cliente ou administrador.

Número de Cliente

Password

Login

Universidade de Aveiro @ 2014  
13:43:30

Figura 4.22: *Index* da página *web*

Esta página de apresentação é iniciada como um utilizador visitante, sendo necessário utilizar um sistema de *login* para obter acesso a todas as funções. Estas estão protegidas pela introdução de um *login* e, quando acedido sem *login*, o utilizador é informado com a seguinte mensagem “Esta é uma área reservada, só utilizadores podem ter acesso”. O sistema de *login* só permite o acesso a clientes requerentes do serviço de transporte ou à empresa detentora da frota de veículos, tendo opções diferentes em cada um. Se o “Numero de Cliente”, ou “Administrador” quando for o caso, e “Password” não corresponderem com o registado na base de dados o acesso é rejeitado.

A informação do percurso efetuado por um determinado veículo é apresentada sobre o mapa do Google Maps. Esta apresentação torna mais perceptível do percurso efetuado e da localização em tempo real. O motivo para a escolha do serviço Google Maps JavaScript API v3, do Google, foi tratar-se de código aberto e disponibilizarem informações no Google Developers<sup>4</sup>. No anexo F é possível visualizar um excerto do código necessário para apresentar o percurso efetuado sobre o mapa.

<sup>4</sup><https://developers.google.com/products/>



A apresentação da temperatura ao longo do tempo é apresentada sobre um gráfico. O gráfico também é um serviço da empresa Google, designado por Google Charts disponível no Google Developers.

### Empresa detentora da frota de veículos

Depois de seleccionar “Administrador” no menu do lado esquerdo da página inicial e efetuar o *login*, é apresentada a página presente na figura 4.23.



Figura 4.23: Funções administrativas

- Adicionar Cliente - Nesta secção é apresentado um formulário para preencher as principais informações do cliente, como por exemplo Número atribuído à empresa, Password, nome da empresa, morada completa, número de identificação fiscal, número de telefone e e-mail.
- Adicionar Percurso - Através da consulta da base de dados e verificando os clientes registados, esta secção permite adicionar a identificação do veículo que vai executar o transporte da mercadoria e indicar a temperatura pretendida da mercadoria. Quando submetida, cria uma nova tabela na base de dados para, posteriormente, o envio dos dados do veículo registar nessa mesma tabela.
- Monitorizar Temperatura - Nesta secção é apresentado um conjunto de *combo box* dependentes umas das outras, ou seja, se na primeira for selecionado um determinado cliente, a segunda só tem as possibilidades registadas do cliente selecionado. As *combo box* apresentadas são referentes ao número de cliente, identificação do veículo, dia do transporte e identificação do percurso. Quando são selecionadas e submetidas as *combo box*, aparece o gráfico da temperatura da mercadoria em função da hora de registo. No mesmo gráfico também é visível a temperatura desejada para uma melhor comparação com o registado ao longo do percurso.
- Monitorizar Mapa - As *combo box* apresentadas no ponto anterior são as mesmas, mas quando submetidas, é apresentado o mapa do Google Maps com o percurso efetuado e a localização do veículo.

## Cliente

Efetuando o *login* como um cliente válido e selecionando a opção de “Monitorização” do menu lateral, a figura 4.24 apresenta a informação disponível para o cliente.

The screenshot shows a web application interface titled "Monitorização de Veículos de Mercadorias". On the left, there is a vertical sidebar with three red buttons: "Apresentação", "Monitorização" (which is highlighted), and "Administrador". The main content area has a header "Monitorização" and a welcome message "Bem Vindo Teste Lda". Below this, it displays "Número de Cliente: 1". There are three dropdown menus: "ID Veiculo" with value "1", "Dia" with value "2014/09/15", and "ID Percurso" with value "1". At the bottom of the form area are two buttons: "Ver Grafico" and "Ver Mapa". In the top right corner, there is a box showing "Utilizador: 1" and a red "Logout" button. At the very bottom, a footer indicates "Universidade de Aveiro @ 2014" and the time "17:19:24".

Figura 4.24: Página disponível através de *login* de cliente

Uma vez que o *login* foi efetuado com um determinado “Número de Cliente”, ao contrário do *login* de administrador que permite monitorizar todos os clientes, só é permitida a consulta dos registos deste cliente. Tal como já referido anteriormente, *as combo box* são dependentes umas das outras e, quando submetidas, pode ser consultado o mapa com o percurso efetuado e a temperatura registada ao longo do percurso.

Sobre o mapa são adicionados três objetos, uma linha vermelha, um marcador verde e outro vermelho. A linha vermelha é o percurso efetuado pelo veículo desde o início até à posição atual. O marcador verde corresponde ao início do percurso e o marcador vermelho à posição atual do veículo.

Na figura 4.25 está disponível um exemplo do pedido do mapa com os parâmetros inseridos nas *combo box*.

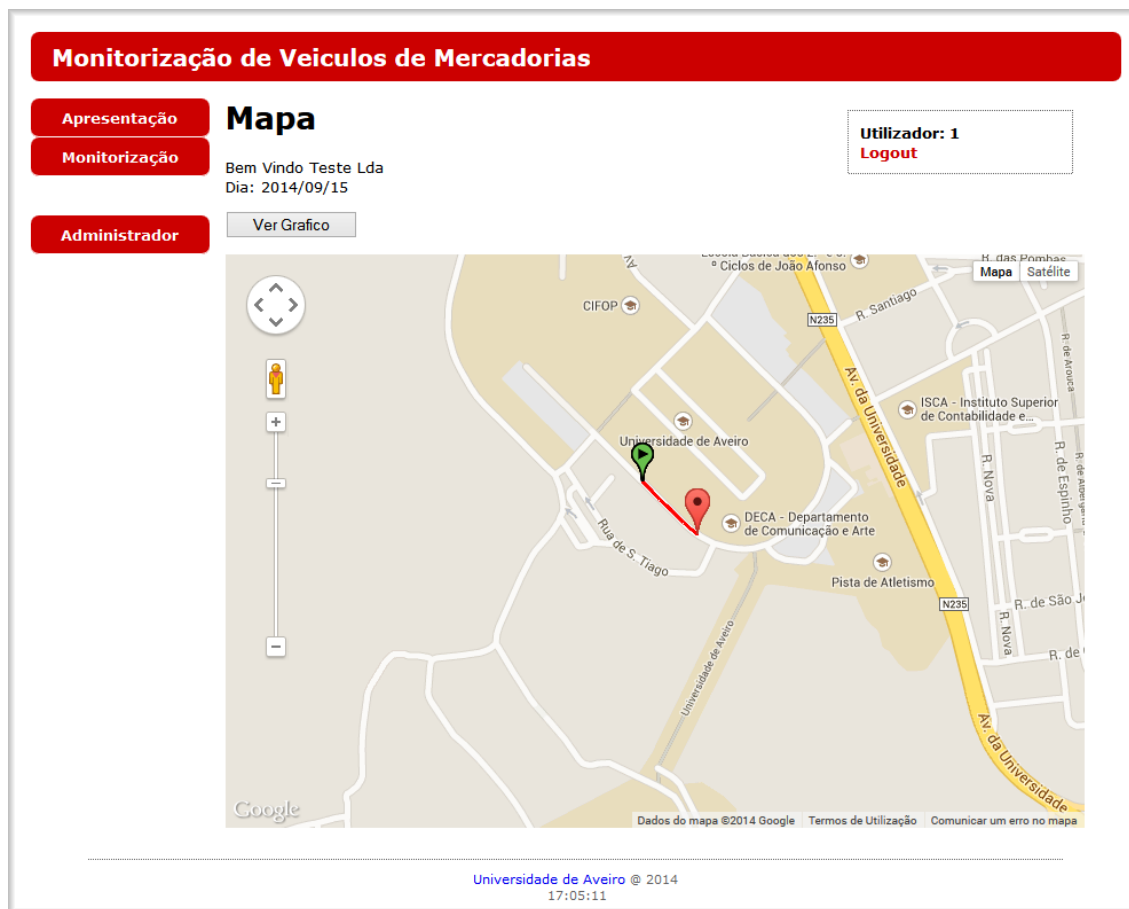


Figura 4.25: Mapa

Na figura 4.26 está disponível um exemplo da temperatura da mercadoria ao longo do percurso efetuado. Como comparação também é possível visualizar a temperatura pretendida pelo cliente para o transporte da mercadoria.

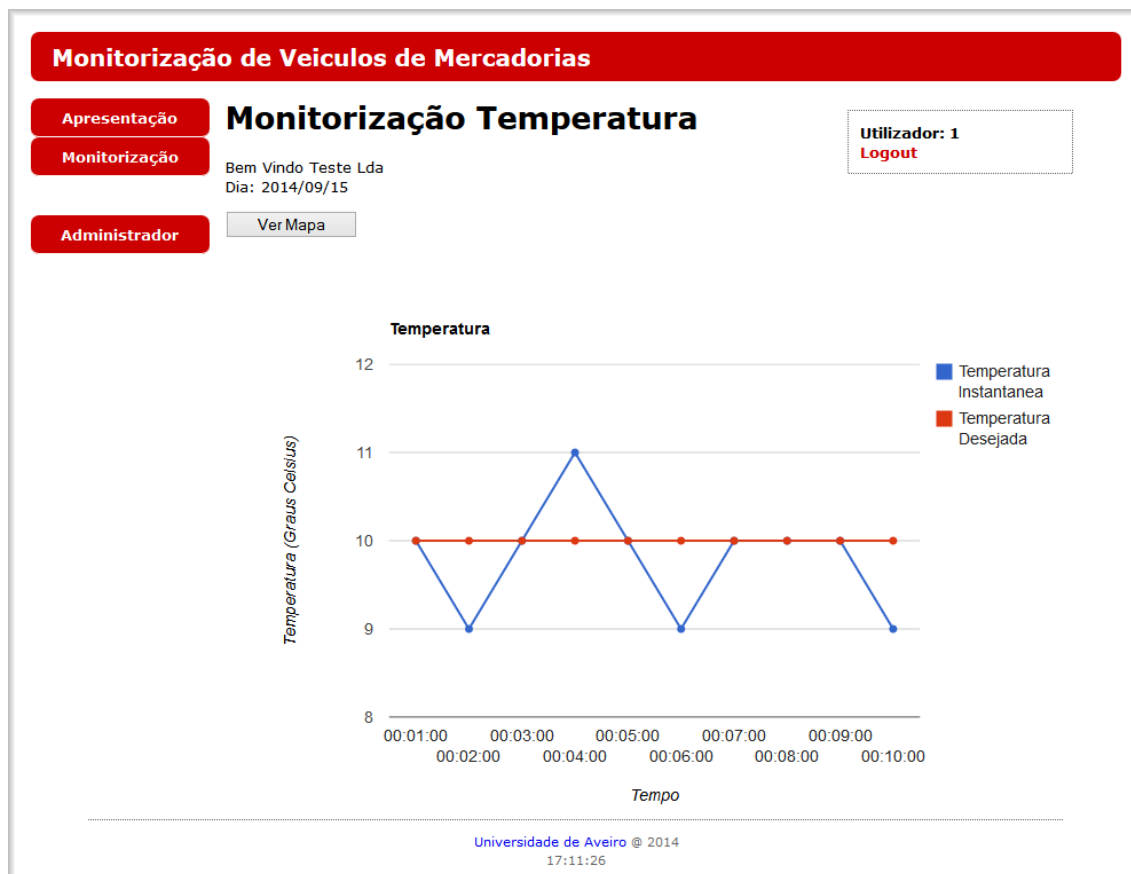


Figura 4.26: Gráfico da temperatura da mercadoria ao longo do tempo de transporte

Através da leitura do gráfico, tanto o cliente como a empresa detentora dos veículos, tem uma maior perceção entre o desvio da temperatura do transporte da mercadoria e da desejada.

### 4.2.3 Central - Base de Dados MySQL

De forma a criar uma ligação entre os dados do veículo e a apresentação dos dados através da página *Web*, o autor criou uma base de dados. Esta foi a solução escolhida pelo autor porque, para além de apresentar, permite guardar um histórico de todos os acontecimentos relevantes.

Na figura 4.27 é possível visualizar um diagrama de interação entre o veículo e a “Central” da base de dados.

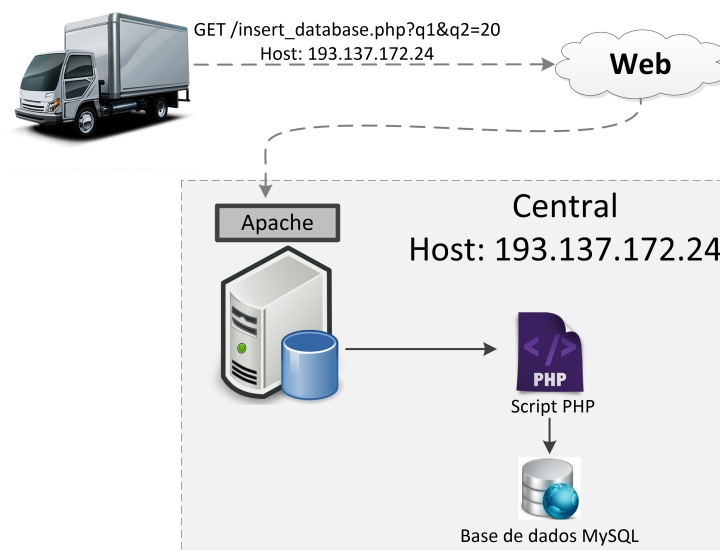


Figura 4.27: Diagrama de interação entre o veículo e a “Central”

A base de dados escolhida pelo autor foi o MySQL devido a permitir a gestão em múltiplas plataformas e a ser *freeware*[41]. A estrutura e relação de tabelas da base de dados pode ser observada na figura 4.28.

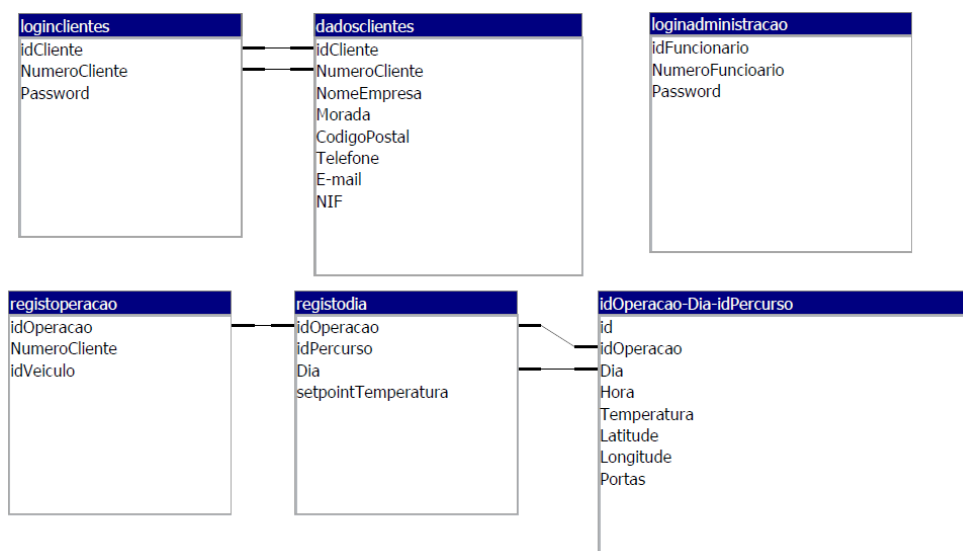


Figura 4.28: Relação de tabelas da base de dados

A tabela “loginadministracao” é independente das outras tabelas direcionadas para ações realizadas a um determinado cliente. Nesta tabela são registados o “NumeroFuncionario” e “Password” necessários ao *login* na página *Web* como administrador.

As tabelas “loginclientes” e “dadosclientes” são campos relacionados com o *login* e o conhecimento do cliente.

As tabelas “registoperacao”, “registodia” e “idOperacao-Dia-idPercurso” estão relacionadas entre elas e correspondem a uma determinada ação executada por um determinado veículo, cliente e espaço temporal. O nome da tabela “idOperacao-Dia-idPercurso” é variável.

Relativamente à mensagem enviada do veículo é interpretada pelo script PHP que se encontra na “Central” e este regista na referida base de dados MySQL. No anexo E encontra-se um *script* exemplo para interpretar a referida mensagem.

Na implementação, o fluxograma do *script* PHP é o apresentado na figura 4.29.

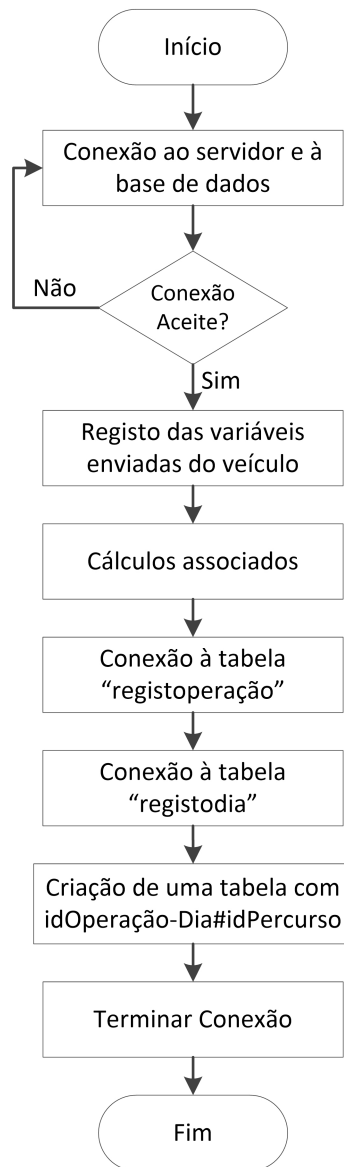


Figura 4.29: Fluxograma *script* PHP

Quando o *script* PHP é executado pelo envio de dados via GPRS do veículo é estabelecida, inicialmente, a ligação ao servidor e à base de dados. As variáveis pretendidas no *script* PHP são enviadas à frente do ponto de interrogação ('?') assumindo o valor de cada variável a seguir ao igual ('='). As diversas variáveis são separadas por um '&'.

Posteriormente, verifica na tabela “registoperação” a associação entre o cliente pretendido e a identificação do veículo que efetua o transporte. Através dessa associação é atribuída uma identificação para a operação, designada idOperação.

A atribuição da identificação da operação, idOperação, o dia atual e a identificação do percurso permitem reconhecer o nome da tabela criada para o cliente, dia e transporte. O nome da tabela onde são registados os dados lidos no veículo é variável dependendo do cliente, da identificação do veículo utilizado para o transporte, do dia do transporte e da identificação do percurso. Este último é utilizado já que o mesmo cliente e veículo podem efetuar mais do que um transporte no mesmo dia.

### 4.3 Análise de resultados

Esta subsecção apresenta uma breve análise do desempenho obtido na implementação do sistema.

O autor começou por verificar os consumos das duas unidades instaladas no veículo. A “Unidade Condutor” quando os módulos estão conectados e com a comunicação GSM/GPRS ativa, a unidade tem um consumo de 120 mA, ou seja, aproximadamente 1,5 W. A “Unidade Reboque” tem um consumo de 40 mA, ou seja, aproximadamente uma potência consumida de 0,5 W.

Relativamente ao sinal GPS, o autor verificou que existem alguns problemas em relação ao desvio da localização real, ou seja, o módulo GPS estando estático não apresenta sempre as mesmas coordenadas. O autor utilizou um *software* livre disponível pela empresa u-blox para verificar essa diferença de coordenadas. O *software* u-center[42] é de fácil uso e interação. Este *software* interpreta automaticamente as frases NMEA mostrando sobre o mapa. Na figura 4.30 é possível visualizar os desvios das coordenadas registadas.



Figura 4.30: Registo de coordenadas com o módulo GPS imobilizado

A distância entre as coordenadas mais afastadas é de cerca de 70 metros. Para além deste desvio, o autor através de testes efetuados verificou que o módulo GPS para obter a localização demorava até 2 minutos.

Em relação ao envio de dados do veículo para a “Central” com os dados relevantes para a monitorização, o autor verificou que a periodicidade é muito próxima da projetada. O autor projetou o envio de dados num intervalo de tempo de um minuto. Na figura 4.31 pode-se observar um exemplo da diferença de tempo de cada registo na base de dados.

id	idOperacao	Dia	Hora	Temperatura	Latitude	Longitude	portas
1	1	2014/10/27	11:44:17	26	40.629868	-8.658052	Aberta
2	1	2014/10/27	11:45:14	25	40.629677	-8.657305	Aberta
3	1	2014/10/27	11:46:14	26	40.629696	-8.657675	Aberta
4	1	2014/10/27	11:47:14	26	40.629665	-8.657942	Aberta
5	1	2014/10/27	11:48:17	26	40.629707	-8.657586	Aberta
6	1	2014/10/27	11:49:14	26	40.629704	-8.657428	Aberta
7	1	2014/10/27	11:50:14	26	40.629604	-8.656464	Aberta
8	1	2014/10/27	11:51:14	26	40.629700	-8.657680	Aberta
9	1	2014/10/27	11:52:14	26	40.629871	-8.658072	Aberta

Figura 4.31: Periodicidade de registo na base de dados

Como se pode observar pela figura foi obtido um período entre registos muito próximo do projetado.

Relativamente ao envio de dados por uma comunicação sem fios entre as duas unidades, o autor através de alguns testes verificou que as duas unidades comunicam pelo menos a uma distância aproximada de 30 metros.



## Capítulo 5

### Conclusões e trabalho futuro

A situação económica atual e o elevado preço dos combustíveis faz com que as empresas ponderem num investimento que lhes permita, com dados concretos, o conhecimento das despesas da frota de veículos e garantia de qualidade no transporte efetuado. A presente investigação teve como principal objetivo o desenvolvimento e implementação de um sistema que seja capaz de auxiliar uma empresa na gestão da frota dos seus veículos, permitindo que tenha acesso à utilização dos veículos como, por exemplo, a posição no globo terrestre para impedir a utilização indevida dos veículos. Possibilita, também, a monitorização da temperatura da mercadoria transportada, o que promove um aumento da confiança do cliente no mesmo sistema.

Este objetivo foi conseguido, uma vez que o autor conseguiu implementar com sucesso, através de serviços GPRS, o registo na base de dados da central os dados relevantes para a monitorização de veículos de mercadorias.

A leitura de determinados parâmetros da porta OBD do veículo poderia complementar o erro das coordenadas GPS, ou seja, se a velocidade instantânea do veículo fosse nula significava que o veículo estava imobilizado e poderiam ser ignorada as posições seguintes. Esta implementação retiraria, também, um conjunto de coordenadas próximas umas das outras e com o veículo parado.

O cliente que tenha adquirido os serviços da transportadora pode, em tempo real, consultar o estado da mercadoria e a localização do veículo. Este fator é essencial para o sistema desenvolvido, pois este tem como objetivo primordial a redução de custos da empresa transportadora que, consequentemente, irá aumentar o nível de confiança do seu cliente.

O hardware do sistema desenvolvido possui duas unidades, a “Unidade Condutor” e a “Unidade Reboque”, que promovem uma melhor utilização ao cliente, uma vez que a primeira unidade fornece a localização e o envio dos dados da mesma para o exterior e a segunda permite monitorizar as condições da mercadoria e do transporte. A “Unidade Reboque” beneficia o sistema de monitorização com as características acima mencionadas, como é também uma maior-valia para futuros desenvolvimentos, já que para ser ajustada a um tipo de transporte diferente apenas é necessário alterar ou acrescentar o *hardware* a essa

unidade.

O protótipo desenvolvido encontra-se operacional e com as funcionalidades descritas ao longo do documento e os testes realizados mostraram estabilidade do sistema. No entanto, existem, ainda, aspetos a melhorar ou novas funções que poderão ser adicionadas, tais como:

- Adicionar uma interface local com o condutor do veículo, nomeadamente, através de um LCD;
- A leitura de parâmetros da porta OBD do veículo;
- Estudar a possibilidade do planeamento de rotas de forma a poupar combustível;
- Criar um sistema de identificação do condutor do veículo.

# Bibliografia

- [1] [http://www.oficinadanet.com.br/imagens/post/12406/td\\_1.jpg](http://www.oficinadanet.com.br/imagens/post/12406/td_1.jpg). Acedido em: 02/10/2014
- [2] <http://eogn.com/images/newsletter/2014/Latitude-and-longitude.png>. Acedido em: 10/10/2014
- [3] [http://s.glbimg.com/og/rg/f/original/2011/10/28/gps\\_606\\_455.jpg](http://s.glbimg.com/og/rg/f/original/2011/10/28/gps_606_455.jpg). Acedido em: 03/10/2014
- [4] ASSOCIATION, National Marine Electronics - The NMEA 0183 Protocol. Acedido em: 03/10/2014, Disponível em: <http://fort21.ru/download/NMEAdescription.pdf>
- [5] ZONE, World Time - GSM Bands Information by Country. Acedido em: 04/11/2014, Disponível em: <http://www.worldtimezone.com/gsm.html>
- [6] GMV - Moviloc. Acedido em: 03/10/2014, Disponível em: <http://www.gmv.com/pt/Transportes/FrotasEspeciais/Moviloc.html>
- [7] TECHNOLOGY, Microchip - PIC18F2420/2520/4420/4520 *datasheet*. Acedido em: 25/10/2014, Disponível em: <http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?product=PIC18F2520>
- [8] <http://robosavvy.com/store/images/sparkfun/11106-02.jpg>. Acedido em: 10/10/2014
- [9] OLIMEX - PIC-GSM. Acedido em: 10/11/2014, Disponível em: <https://www.olimex.com/Products/PIC/Development/PIC-GSM>
- [10] ESTATÍSTICA, Instituto Nacional de - Estatística dos Transportes e Comunicações 2012. Acedido em: 03/10/2014, Disponível em: [http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_publicacoes&PUBLICACOESpub\\_boui=153372498&PUBLICACOESmodo=2](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=153372498&PUBLICACOESmodo=2). ISBN 978-989-25-0204-5
- [11] PROF2000 - A diversidade dos modos de transporte e a desigualdade espacial das redes. Acedido em: 10/11/2014, Disponível em: <http://www.prof2000.pt/users/elisabethm/pagina11/inicial.htm>

- [12] TRANSPORTES, Instituto da Mobilidade e dos - Tráfego Interno de Mercadorias por Modos. Acedido em: 01/10/2014, Disponível em:  
[http://www.imtt.pt/sites/IMTT/Portugues/Observatorio/Estatisticas/Mercadorias/Documents/Trafego\\_interno\\_merc\\_modos.pdf](http://www.imtt.pt/sites/IMTT/Portugues/Observatorio/Estatisticas/Mercadorias/Documents/Trafego_interno_merc_modos.pdf)
- [13] TRANSPORTES, Instituto da Mobilidade e dos - Empresas de Transporte de Mercadorias - 2012. Acedido em: 14/10/2014, Disponível em:  
[http://www.imtt.pt/sites/IMTT/Portugues/Observatorio/Estatisticas/Mercadorias/Documents/2012/EMPRESAS\\_VEIC\\_MERC\\_Dez12.pdf](http://www.imtt.pt/sites/IMTT/Portugues/Observatorio/Estatisticas/Mercadorias/Documents/2012/EMPRESAS_VEIC_MERC_Dez12.pdf)
- [14] MIO - GPS Explained. Acedido em: 10/10/2014, Disponível em:  
<http://www.mio.com/technology-history-of-gps.htm>
- [15] TRIMBLE - GPS Tutorial. Acedido em: 10/10/2014, Disponível em:  
[http://www.trimble.com/gps\\_tutorial/](http://www.trimble.com/gps_tutorial/)
- [16] VIVA, Ciência - Sistema de Posicionamento Global (GPS). Acedido em: 03/10/2014, Disponível em: <http://www.cienciaviva.pt/latlong/anterior/gps.asp>
- [17] GPS, NAVSTAR - User Equipment Introduction. Acedido em: 10/10/2014, Disponível em: <http://www.navcen.uscg.gov/pubs/gps/gpsuser/gpsuser.pdf>
- [18] GSMA. Acedido em: 03/10/2014, Disponível em: <http://www.gsma.com>
- [19] SANTOS, Ricardo Di Lucia - Redes GSM, GPRS, EDGE E UMTS. Acedido em: 03/11/2014, Disponível em: [http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos\\_vf\\_2008\\_2/ricardo/index.html](http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2008_2/ricardo/index.html)
- [20] ITS.WPLEX - O que é GSM, o que é GPRS? Acedido em: 04/11/2014, Disponível em: <http://its.wplex.com.br/monitoramento/o-que-e-gsm-o-que-e-gprs>
- [21] BLUETOOTH. Acedido em: 03/10/2014, Disponível em:  
<https://www.bluetooth.org/en-us>
- [22] BLUETOOTH. Acedido em: 03/10/2014, Disponível em: <http://www.bluetooth.com/Pages/Bluetooth-Home.aspx>
- [23] ALLIANCE, ZigBee. Acedido em: 21/10/2014, Disponível em:  
<http://www.zigbee.org/Home.aspx>
- [24] DIGI - XBee 802.15.4. Acedido em: 21/10/2014, Disponível em:  
<http://www.digi.com/products/wireless-wired-embedded-solutions/zigbee-rf-modules/point-multipoint-rfmodules/xbee-series1-module#specs>

- [25] ROGÉRIO MESSIAS, Antônio - Controle remoto e aquisição de dados via XBee/ZigBee (IEEE 802.15.4). Acedido em: 10/10/2014, Disponível em: <http://www.rogercom.com/ZigBee/ZigBee.htm>
- [26] SEMICONDUCTOR, Nordic - nRF24L01+. Acedido em: 14/10/2014, Disponível em: <http://www.nordicsemi.com/eng/Products/2.4GHz-RF/nRF24L01P>
- [27] GOMES, Ricardo Alexandre Vaz - Sistema embebido de georeferenciação e controlo. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012
- [28] CUNHA, Hugo Ricardo Da Conceição - Sistema de diagnóstico OBD2/EOBD para viaturas automóveis. Dissertação de Mestrado, Departamento de Electrónica Telecomunicações e Informática, Univerdade de Aveiro, 2011
- [29] SILVA, Vanessa Sérgio Da - Sistemas de M2M utilizando GSM. Dissertação de Mestrado, Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática, Universidade de Aveiro, 2010
- [30] INOSAT - InoFrio. Acedido em: 03/10/2014, Disponível em: <http://www.inosat.pt/empresas/inofrio.aspx>
- [31] INSTRUMENTS, Texas - LM1117-N/LM1117I 800mA Low-Dropout Linear Regulator *datasheet*. Acedido em: 12/11/2014, Disponível em: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm1117-n.pdf>
- [32] TECHNOLOGY, Microchip - PIC18F97J60 *datasheet*. Acedido em: 25/10/2014, Disponível em: <http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en026439>
- [33] DANFOSS - Temperature sensors (Pt 1000) *datasheet*. Acedido em: 15/10/2014, Disponível em: [http://heating.danfoss.com/PCMPDF/VD74I702\\_Pt1000%20.pdf](http://heating.danfoss.com/PCMPDF/VD74I702_Pt1000%20.pdf)
- [34] DEVICES, Analog - Single-Supply, Rail-to-Rail, Low Cost Instrumentation Amplifier *datasheet*. Acedido em: 14/10/2014, Disponível em: [http://www.analog.com/static/imported-files/data\\_sheets/AD623.pdf](http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD623.pdf)
- [35] SIMCOM - SIM300 AT Commands Set *datasheet*. Acedido em: 13/10/2014, Disponível em: [http://www.owen.ru/uploads/re\\_pm01\\_list\\_command.pdf](http://www.owen.ru/uploads/re_pm01_list_command.pdf)
- [36] OLIMEX - PIC-GSM Development Board - Users Manual. Acedido em: 10/11/2014, Disponível em: <https://www.olimex.com/Products/PIC/Development/PIC-GSM/resources/PIC-GSM.pdf>

- [37] U-BLOX - NEO-6 Series, Versatile u-blox 6 GPS modules. Acedido em: 03/10/2014, Disponível em: [http://www.u-blox.com/images/downloads/Product\\_Docs/NEO-6\\_ProductSummary\\_%28GPS.G6-HW-09003%29.pdf](http://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/NEO-6_ProductSummary_%28GPS.G6-HW-09003%29.pdf)
- [38] U-BLOX - NEO-6 u-blox 6 GPS Modules *datasheet*. Acedido em: 03/10/2014, Disponível em: [http://www.u-blox.com/images/downloads/Product\\_Docs/NEO-6\\_DataSheet\\_\(GPS.G6-HW-09005\).pdf](http://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/NEO-6_DataSheet_(GPS.G6-HW-09005).pdf)
- [39] PEREIRA, Alexandre; POUPA, Carlos - Linguagens Web. 2<sup>a</sup> Edição ed. Lisboa : Sílabo, Lda, 2005. ISBN 972-618-378-2
- [40] W3SCHOOLS - W3schools Tutorials. Acedido em: 10/10/2014, Disponível em: <http://www.w3schools.com>
- [41] DAMAS, Luís - SQL - Structured Query Language. 6<sup>a</sup> Edição ed. Lisboa : FCA - Editora Informática, 2005. ISBN 972-722-443-1
- [42] U-BLOX - u-center. Acedido em: 10/10/2014, Disponível em: <http://www.u-blox.com/en/evaluation-software/u-center.html>

# Anexos





# A - Unidade Reboque - Circuito elétrico e PCB

A figura 5.1 apresenta um desenho 3D da placa de circuito impresso e dos componentes para uma melhor percepção da placa após a montagem.

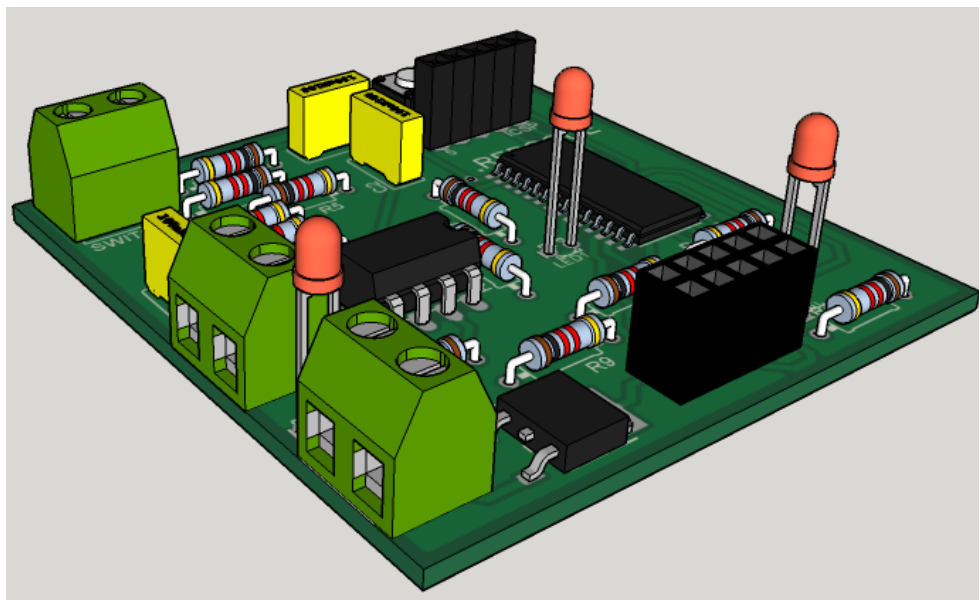


Figura 5.1: Desenho 3D da “Unidade Reboque”

A figura 5.2 representa o circuito elétrico e as duas *layers*, figuras 5.3 e 5.4, desenhadas para a placa de circuito impresso da “Unidade Reboque”.

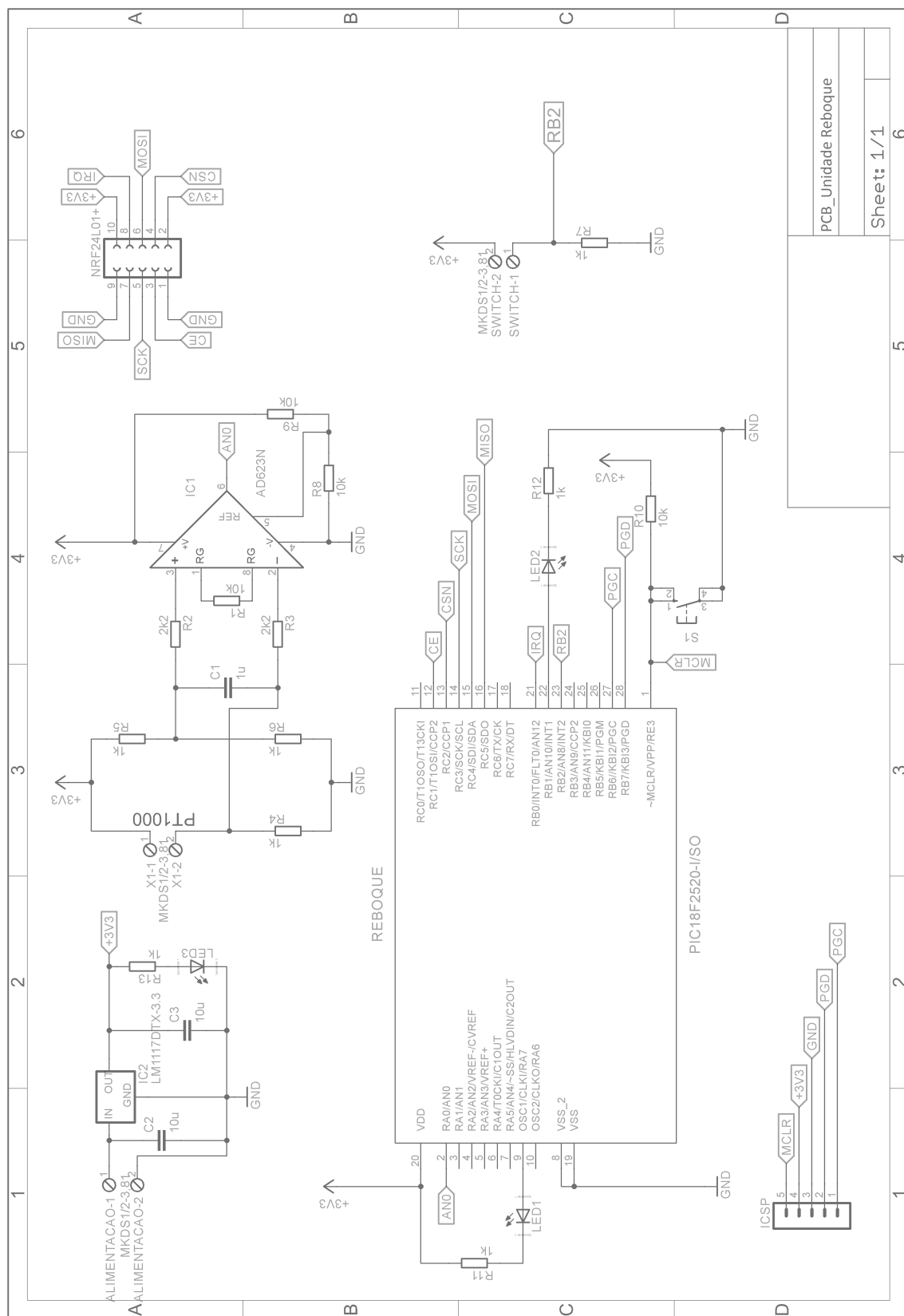


Figura 5.2: Esquema elétrico - Unidade Reboque

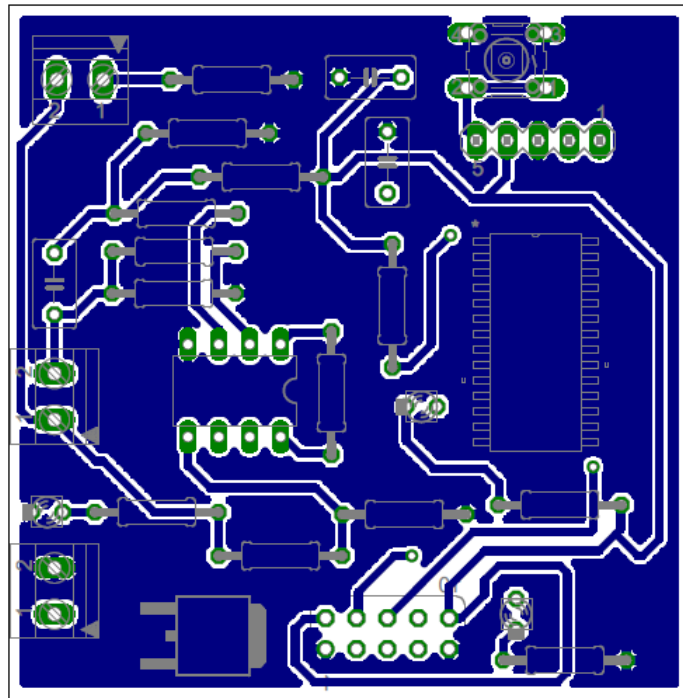


Figura 5.3: Placa de circuito impresso da Unidade Reboque (*layer* inferior)

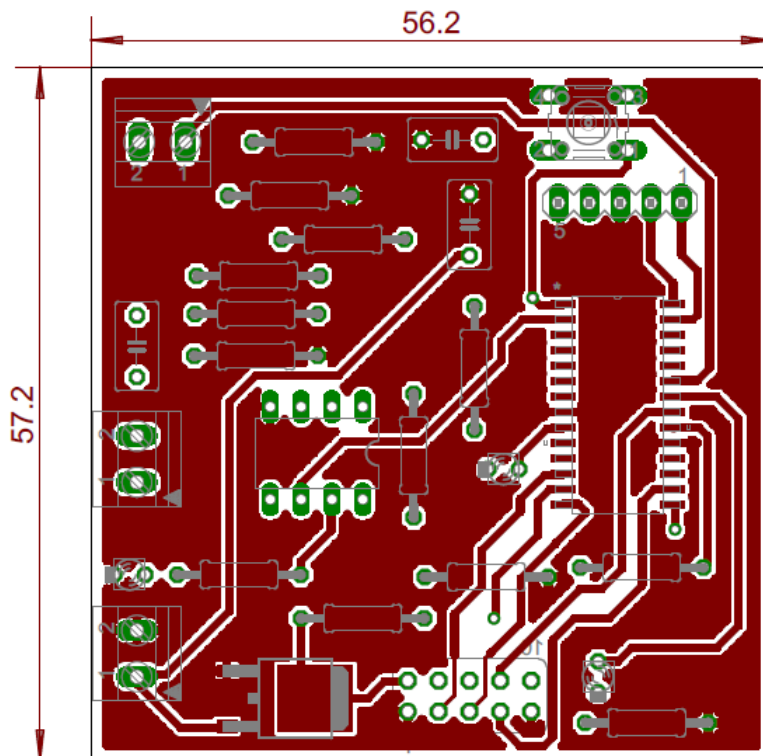


Figura 5.4: Placa de circuito impresso da Unidade Reboque (*layer* superior)



## B - Unidade Condutor - Circuito elétrico e PCB

A figura 5.5 apresenta um desenho 3D da placa de circuito impresso e dos componentes para uma melhor percepção da placa após a montagem..

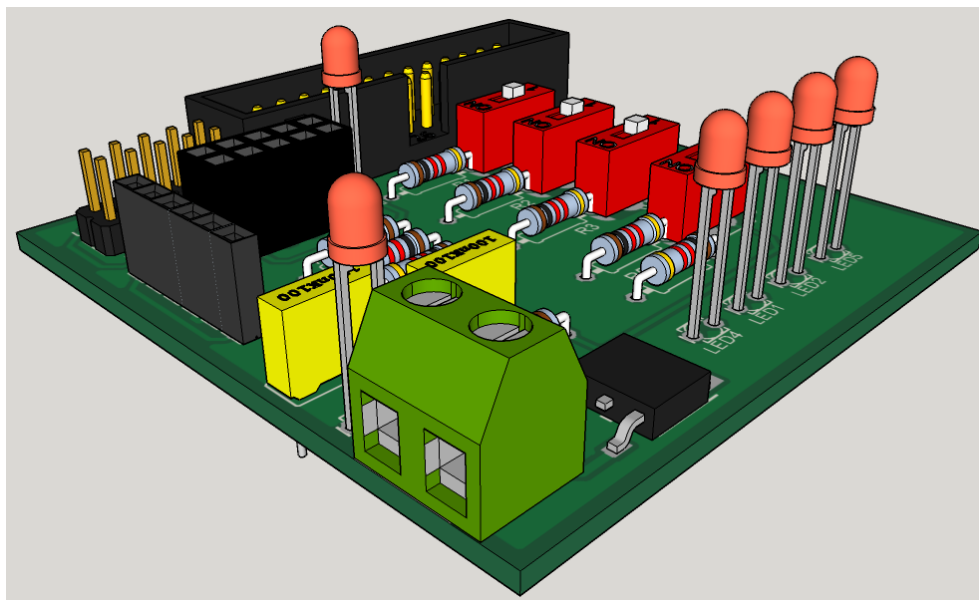


Figura 5.5: Desenho 3D da Unidade Condutor

A figura 5.6 representa o circuito elétrico e as duas *layers*, figuras 5.7 e 5.8, desenhadas para a placa de circuito impresso da “Unidade Condutor”.

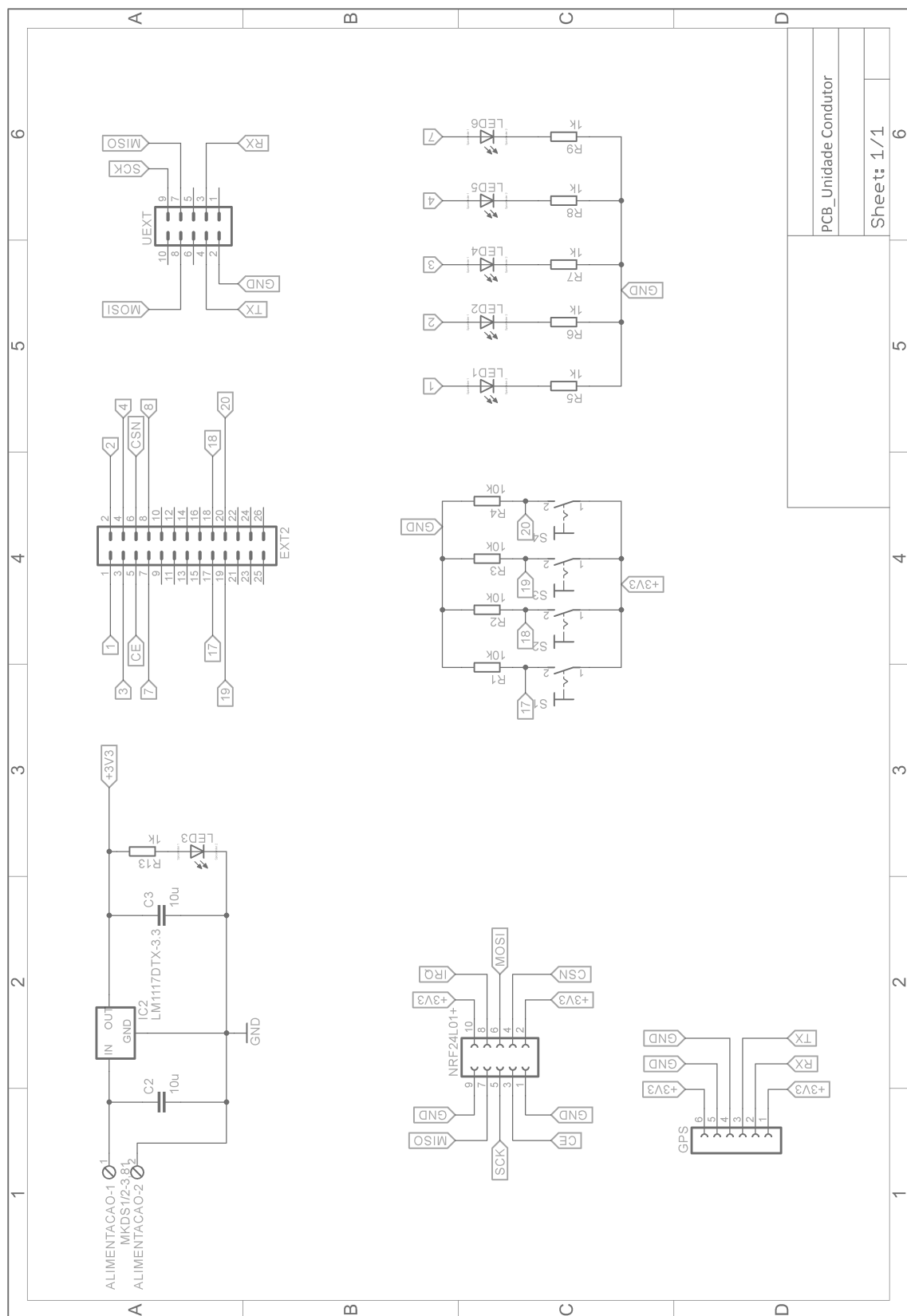


Figura 5.6: Esquema elétrico - Unidade Condutor

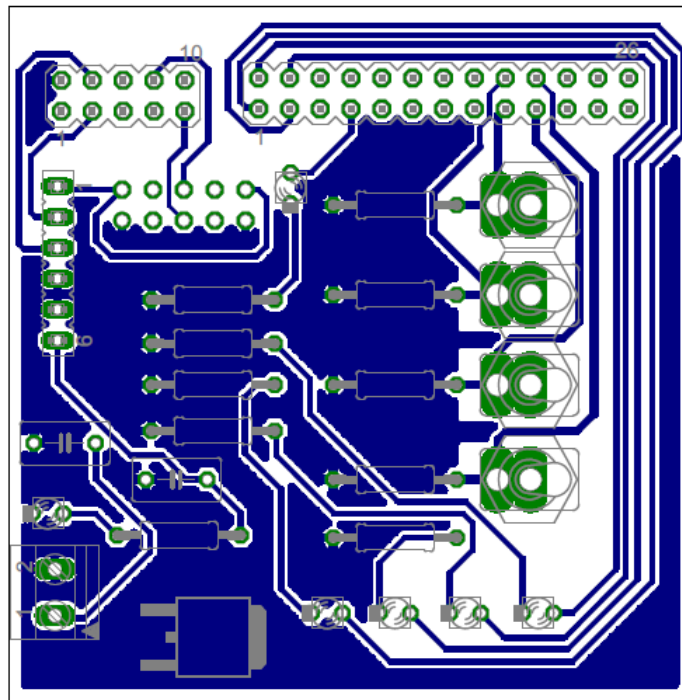


Figura 5.7: Placa de circuito impresso da Unidade Condutor (*layer inferior*)

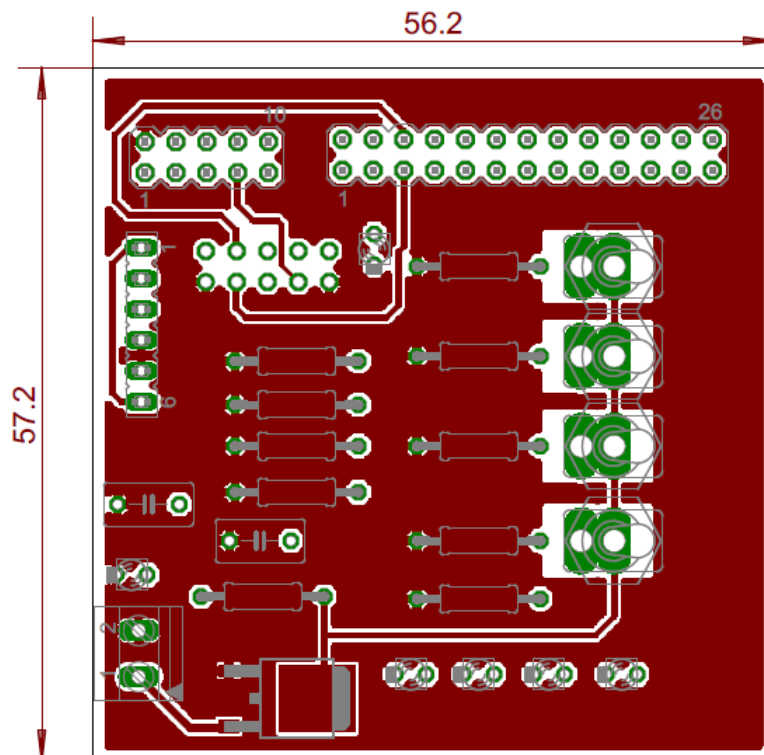


Figura 5.8: Placa de circuito impresso da Unidade Condutor (*layer superior*)





## C - Calculos teóricos do sensor de temperatura

Neste anexo encontram-se os calculos teóricos de conversão analógica para digital. Essa conversão é a passagem de um valor em tensão a temperatura.

O autor de acordo com a gama pretendida arbitrou as seguintes condições:

- 0°C corresponde a 1,65V
- 40°C corresponde a 3,3V

Através destas condições é obtida a relação da seguinte forma,

$$Relação = \frac{3,3-1,65}{40}$$

Uma vez que a entrada de conversão analógica para digital do microcontrolador é de 10 bits, obtem o seguinte:

- 1024 bits corresponde a 3,3
- ADRESH+ADRESL corresponde à tensão de conversão analógica para digital, em bits

Os registos ADRESH e ADRESL são os registos da entrada analógica do microcontrolador. Ou seja, é a leitura da saída do amplificador mas em bits. Assim, obtem-se que a tensão apresentada na entrada analógica é obtida da seguinte forma:

$$V = \frac{(ADRESH+ADRESL)*3,3}{1024}$$

Concluindo, a temperatura registada no PT1000 obtem-se da seguinte forma:

$$Temperatura = \frac{V-1,65}{Relação}$$



## D - Calibração do sensor de temperatura

Na tabela 5.1 pode ser comparada a temperatura apresentada no multimetro utilizando um termopar, e na outra coluna a temperatura calculada pela leitura da analógica do micro-controlador e a sua correspondência em bits.

Temperatura Termopar (°C)	Analógica (bits)	Temperatura (°C)
17	754	17,12
17	755	17,20
17	754	17,12
20	785	19,47
20	788	19,70
20	790	19,85
20	793	20,08
20	794	20,15
21	795	20,23
23	821	22,20
23	822	22,27
25	851	24,47
25	853	24,62
25	854	24,70
27	880	26,67
27	881	26,74
27	882	26,82
27	883	26,89
28	897	27,95
33	954	32,27
33	955	32,35
33	960	32,73
33	961	32,80
33	963	32,95
38	1017	37,05
38	1018	37,12

Tabela 5.1: Comparação entre a temperatura registrada no PT1000 e no termopar do multímetro



## E - Exemplo do script PHP

O código seguinte é um exemplo do *script* PHP que está alojado na “Central”, cujo nome do ficheiro é `insert_database.php`.

```
1.  <?php
2.    $host = 'localhost';
3.    $user = 'root';
4.    $pass = ' ';
5.    //conectar ao servidor
6.    $conexao = mysql_connect($host, $user, $pass) or die ("Servidor inexistente");
7.    //conectar à base de dados
8.    mysql_select_db('tese') or die ("Base de dados inexistente");
9.    //variáveis recebidas por GPRS
10.   $q1=$_GET['q1'];
11.   $q2=$_GET['q2'];
12.   $query="INSERT INTO 'tese':'registo'('temperatura','portas') values
('".$q1."','".$q2."');";
13.   $resultado = mysql_query($query,$conexao);
14.   mysql_close($conexao);
15.  ?>
```



## F - Excerto de código para apresentação do mapa

O nome do ficheiro é `coordenadas_xml.php` e, encontra-se na “Central”. Este ficheiro inclui a ligação à base de dados MySQL e a leitura dos registos de acordo com o inserido na página *Web*.

O seguinte excerto de código incluiu a transferência dos dados para XML e, assim, facilitar a leitura e interpretação da base de dados.

```
1. <?php
2. header("Content-type: text/xml");
3. // iniciar o documento XML
4. '<marcadores>';
5. while ($row = @mysql_fetch_assoc($resultado)) {
6.     echo '<marcador ' ;
7.     echo 'Latitude="' . $row['Latitude'] . '" ' ;
8.     echo 'Longitude="' . $row['Longitude'] . '" ' ;
9.     echo '>';
10. }
11. // fechar o documento XML
12. '</marcadores>';
13. ?>
```

O seguinte excerto de código encontra-se no ficheiro `mapa.php` da “Central”. É executado de 500 em 500 milisegundos e, dessa forma, verifica a existência das coordenadas registadas na base de dados através do ficheiro `coordenadas_xml.php`. Através das coordenadas registadas é efetuado uma linha entre as coordenadas de forma a criar o percurso.

```

1. <?php
2. var interval=setInterval(function()downloadUrl("/DissertacaoPatrickCarvalho/
coordenadas_xml.php", function(data) {
3.     var xml = data.responseXML;
4.     var marcadores = xml.documentElement.getElementsByTagName("marcador");
5.     for (var i = 0; i < marcadores.length; i++) {
6.         var ponto = new google.maps.LatLng(parseFloat(marcadores[i].
getAttribute("Latitude")),parseFloat(marcadores[i].getAttribute("Longitude")));
7.         var coordenadas = [
8.             new google.maps.LatLng(parseFloat(marcadores[i].getAttribute("Latitude")),
parseFloat(marcadores[i].getAttribute("Longitude"))),
9.             new google.maps.LatLng(parseFloat(marcadores[i+1].getAttribute("Latitude")),
parseFloat(marcadores[i+1].getAttribute("Longitude"))),
10.        ];
11.        var linha = new google.maps.Polyline({
12.            path: coordenadas,
13.            strokeColor: "#FF0000",
14.            strokeOpacity: 1.0,
15.            strokeWeight: 2
16.        });
17.        linha.setMap(map);
18.    }
19. },500);
20. ?>

```